This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

QR
121
F8
BIOLOGY
LIBRARY

UC-NRLF
$B 241 451

Die Bakteriologie

in der

Milchwirthschaft.

Kurzer Grundriß zum Gebrauche für Molkereischüler, Käser und Landwirthe

von

Dr. Ed. von Freudenreich,
Vorstand des bakteriologischen Laboratoriums der landwirthschaftlichen Schule Rütti bei Bern.

Basel
Verlag von Carl Sallmann
1893.

Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid

I. W. Chr. GOETHART

I. W. Chr. GOETHART

logie

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Chr. GOETHART

Die Bakteriologie

in der

Milchwirthschaft.

Kurzer Grundriß zum Gebrauche für Molkereischüler, Käser und Landwirthe

von

Dr. Ed. von Freudenreich,

Vorstand des bakteriologischen Laboratoriums der landwirthschaftlichen Schule Rütti bei Bern.

Basel

Verlag von Carl Sallmann

1893.

Druck von Otto Dürr in Leipzig.

K-QR121
F8
Biology
Library

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vorrede 5

Allgemeiner Theil.

Einleitung 7
Geschichtliches 8
Morphologie und Physiologie der Bakterien 10
1. Definition 10
2. Bau 11
3. Form 11
4. Bewegung 13
5. Größenverhältnisse 13
6. Vermehrung 13
7. Classification 15
8. Lebensbedingungen 16
a) Temperatur 16
b) Sauerstoff 16
c) Nahrung 17
9. Saprophyten und Parasiten. Pathogene Bakterien . . . 17
10. Verschiedene Lebensäußerungen der Bakterien 19
11. Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse 19
Die Methoden der Bakteriologie 21
Fundorte der Bakterien 25
Andere Mikroorganismen 26
1. Hefe 26
2. Schimmelpilze 27
a) Penicillien 27
b) Aspergillen 27
c) Mucorineen 28
d) Oïdium 28

M347890

Specieller Theil.

Seite

Die Bakterien in der Milch und ihre Vermehrung in derselben . . 29
Natur und Wirkungen der in der Milch vorkommenden Bakterien . 31
I. Die in der Milch vorkommenden pathogenen Bakterien . . 32
1. Tuberkelbacillen 32
2. Typhusbacillen 34
3. Cholerabacillen 35
4. Andere pathogene Bakterien 35
II. Die gewöhnlichen Milchbakterien 36
1. Milchsäurebakterien 36
2. Fermente des Caseïns 43
3. Blaue Milch 45
4. Rothe Milch 46
5. Gelbe Milch 47
6. Bittere Milch 48
7. Fadenziehende Milch 49
Andere Mikroorganismen in der Milch 53
Futtermittel und Milchfehler 55
Haltbarmachung und Sterilisirung der Milch 57
I. Chemische Conservirungsmittel 58
1. Soda 60
2. Salicylsäure 60
3. Borsäure 61
4. Borax 61
5. Aetzkalk 61
6. Wasserstoffsuperoxyd 61
II. Physikalische Conservirungsmittel 62
1. Filtration 62
2. Elektricität 62
3. Kälte 62
4. Conservirung durch Hitze 63
a) Sterilisirung der Milch 64
b) Pasteurisiren der Milch 66
Die zu befolgenden Regeln bei Auftreten von Milchkrankheiten . . 72

Vorrede.

Vorliegendes Büchlein hat vor Allem den Zweck, Molkereischülern als kurzer Grundriß der Bakteriologie in ihrer Anwendung auf die Milchwirthschaft zu dienen. Es giebt zwar bereits sehr viele und gute Bücher über diesen Gegenstand, wie die von Scholl und Kramer in deutscher und von Duclaux in französischer Sprache. Dieselben sind jedoch mehr für solche bestimmt, die selbst bakteriologisch arbeiten wollen und daher für zukünftige Käser und Milchtechniker nur zu gelehrt und ausführlich. Für letztere handelt es sich ja bloß darum — und nach diesem Grundsatze ertheile ich meinen bakteriologischen Unterricht in der landwirthschaftlichen Schule der Rütti — einen allgemeinen Begriff der Bakteriologie zu gewinnen und sich mit den bisherigen Ergebnissen bakteriologischer Forschung auf milchwirthschaftlichem Gebiete und deren Anwendung auf die Praxis vertraut zu machen. Demgemäß habe ich aus dem allgemeinen Theile der Bakteriologie (Cultur- und Färbemethoden, Morphologie u. s. w.) nur gerade soviel aufgenommen, als zum Verständniß des speciellen Theiles (Die Bakterien der Milch) absolut erforderlich ist und überhaupt das Ganze so kurz und elementar als möglich gehalten. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf seinen bescheidenen Preis mag dieses Büchlein auch bei bereits ausgebildeten Käsern, welche früher nicht Gelegenheit hatten, über Bakterien etwas zu hören, sowie bei Landwirthen überhaupt, Eingang finden.

Allgemeiner Theil.

Einleitung.

Seit einigen Jahrzehnten hat sich auf dem Gebiete der Gährungen, der Infectionskrankheiten und analoger Prozesse eine völlige Umwälzung vollzogen. Während früher diese Erscheinungen auf rein chemische Vorgänge zurückgeführt wurden (Gährungstheorie von Liebig, humorale oder Säftetheorie u. s. w.), haben neuere Arbeiten, wie diejenigen von Pasteur, Koch u. A. m. den Nachweis geliefert, daß dieselben der Thätigkeit kleinster Lebewesen, den sog. Mikroorganismen ihre Entstehung verdanken. In neuerer Zeit freilich haben sich diese einander scheinbar schroff gegenüber stehenden Ansichten insofern genähert, als vielfach gezeigt wurde, daß die Wirkungen dieser Mikroorganismen auf die Bildung chemischer Fermente, der sog. Diastasen oder Enzyme, zurückzuführen sind. In letzter Linie beruhen daher die von den Mikroorganismen in der todten oder lebendigen Materie bewirkten Umsetzungen auf chemischen Eingriffen, die Ursache der letzteren bleibt jedoch die Lebensthätigkeit dieser Mikroorganismen. Auch für die Milchwirthschaft sind diese neuen Theorien von größter Bedeutung gewesen, denn die Gährungen und Aenderungen, welchen die Milch und ihre Producte ausgesetzt sind, wie z. B. die Milchsäuerung, eine Anzahl Milchfehler, die Käsereifung u. A. m., sind, wie wir sehen werden, das Resultat der Einwirkung verschiedener Mikro-

organismen. Freilich hat man dieses specielle Gebiet erst seit wenigen Jahren in Angriff genommen und viele diesbezügliche Fragen harren noch ihrer Lösung, indessen sind bereits so wichtige Resultate an's Licht geführt worden, daß es heutzutage für einen Molkereischüler oder Käser ein absolutes Bedürfniß ist, sich einen Einblick in diesen neuen Wissenszweig zu verschaffen, weil nur auf diese Weise ein richtiges Verständniß für die Behandlung der Milch und ihrer Producte zu gewinnen ist.

Die Mikroorganismen, unter welchen man, wie gesagt, kleinste Lebewesen versteht, die dem bloßen Auge nicht sichtbar sind und nur mit Hilfe starker Vergrößerung durch das Mikroskop wahrgenommen werden können, zerfallen nun in sehr verschiedene Gattungen. Man unterscheidet besonders die sog. Bakterien oder Mikroben, die uns hier am meisten beschäftigen werden, die Hefezellen, die bei der Wein- und Biergährung eine Hauptrolle spielen, und die Schimmelpilze. Bevor wir jedoch diejenigen Mikroorganismen, insbesondere die Bakterien, welche für die Milchwirthschaft von Bedeutung sind, besprechen, müssen wir sie vor Allem im Allgemeinen kurz betrachten, um ihren Bau und ihre Lebensäußerungen, sowie die Methoden, mittelst deren man sie studirt, kennen zu lernen.

Geschichtliches.

Unter Bakterien oder Mikroben, der Hauptgruppe der Mikroorganismen, versteht man heutzutage kleinste mikroskopische, einzellige pflanzliche Organismen. Das Verdienst, zuerst Bakterien gesehen und diese neue Welt erschlossen zu haben, gehört Leuwenhoek. Derselbe, ein einfacher Privatmann, der vor ca. 300 Jahren in Delft (Holland) lebte, hatte sich ein einfaches Mikroskop construirt und mit Hilfe dieses Instrumentes allerlei Stoffe untersucht. Zum Erstaunen der damaligen Gelehrtenwelt zeigte er nun in faulenden Flüssigkeiten,

im Speichel u. s. w. lebende, noch gänzlich unbekannte Organismen. Auch Zeichnungen derselben entwarf er und in denselben lassen sich ganz deutlich unsere heutigen Bakterien erkennen. Da indessen zu dieser Zeit noch keine Methoden bekannt waren, diese Gebilde zu isoliren und zu züchten, so war man noch ganz im Unklaren über deren Natur. So blieb es noch lange Jahre und erst gegen 1830, als der bekannte Naturforscher Ehrenberg mit Hilfe besserer optischer Instrumente dieses Studium wieder aufnahm, machte die Kenntniß der Bakterien einige Fortschritte. Seine Beschreibungen sind sehr werthvoll, der Mangel an Culturmethoden hinderte ihn jedoch ebenfalls, die wahre Natur dieser Lebewesen zu erkennen, und er rechnete sie daher noch zu den Infusionsthierchen. Einige Jahre später brachte Ferd. Cohn neues Licht in diese Fragen, indem er zeigte, daß die Bakterien wahre Pflanzenzellen sind, daß sie wie diese wachsen und sich theilen, in ihrem Bau mit ihnen übereinstimmen und durch eine Reihe von Zwischengliedern mit den höher stehenden Arten, den Algen, verbunden sind. Den größten Fortschritt auf diesem Gebiete brachte indessen Pasteur, welcher die Mittel zeigte, diese Lebewesen in sog. Reinculturen zu züchten, wodurch erst ihr genaues Studium möglich gemacht wurde.

Bevor wir nun aber an der Hand dieser neuen Methoden die Bakterien im Allgemeinen uns näher ansehen, ist noch die Frage zu berühren, woher dieselben kommen. An diese Frage knüpft sich nämlich ein langdauernder Streit, der schon im 18. Jahrhundert entbrannte und der, wie wir gleich sehen werden, die weitgehendsten Folgen für die Wissenschaft hatte. Während nämlich die Einen dieselben für bloße Zerfallsproducte der organisirten Materie, für eine bloße Transformation derselben hielten, glaubten die Anderen, daß sie stets ihren Ursprung bereits vorhandenen Keimen verdankten. Erstere Meinung wird bezeichnet als Heterogenese*), auch

*) d. h. Entstehung aus etwas Anderem.

Panspermie oder Spontanzeugung, die zweite als Homogeneſe*). Auf Seite der Verfechter erſterer Anſicht ſtand beſonders Needham (1747). Derſelbe kochte Fleiſchſaft, in der Meinung, dadurch alles Leben darin zu zerſtören, und als er denſelben ſpäter doch faulen ſah, nahm er an, daß die nunmehr erſchienenen Bakterien aus demſelben hervorgegangen ſeien. Dagegen zeigte Spallanzani (1777), daß bloßes Aufkochen nicht immer genügt, um alle lebendigen Keime zu zerſtören, daß man aber bei ſorgfältigerem Aufkochen ſolcher Flüſſigkeiten und Abhaltung der Luft und der in derſelben ſtets befindlichen Bakterienkeime Fleiſchſaft u. dgl. ganz gut gegen ſpäteres Faulen ſchützen kann. Der Streit ſchwankte indeſſen noch lange hin und her, bis Paſteur in muſtergültiger Weiſe bewies, daß die in der uns umgebenden Luft befindlichen Bakterien die Urſache aller Fäulniß ſind, indem er zeigte, daß wenn man Blut, Milch, Harn u. ſ. w. in ſolcher Weiſe auffängt, daß ſie von dieſen Keimen nicht verunreinigt werden können und in keimfreien, oder wie man auch ſagt, ſterilen Gefäßen aufbewahrt und gegen Luftinfection ſchützt, dieſe Flüſſigkeiten beliebig lange haltbar bleiben. Dieſer theoretiſche Streit hat aber wichtige praktiſche Tragweite und daher haben wir ihn etwas ausführlicher wiedergegeben. Wäre nämlich die Anſicht der Heterogeniſten die richtige, dann wäre ja jedes Ankämpfen gegen die ſchädlichen Bakterien eine unnütze Arbeit, denn immer und immer wieder würden ſie ſich von ſelbſt neu bilden. Iſt es dagegen richtig, und dieſes iſt glücklicher Weiſe der Fall, daß nur da Bakterien auftreten, wo deren Keime vorher vorhanden waren, ſo wird es genügen, letztere fernzuhalten, um damit die Entſtehung der Bakterien zu verhindern.

Morphologie und Phyſiologie der Bakterien.

1. Definition. Wir haben bereits geſagt, daß die Bakterien mikroſkopiſche, d. h. nicht mit dem bloßen

*) d. h. Entſtehung aus etwas Aehnlichem.

Auge, sondern nur mit dem Mikroskope sichtbare einzellige pflanzliche Organismen sind. Auf einer so niederen Stufe des Lebens ist es freilich schwer, zwischen Thier- und Pflanzenreich eine scharfe Grenze zu ziehen und nicht unmöglich ist es, daß spätere Forscher sie wie die ersten Beobachter wieder in das Thierreich einreihen werden. Heutzutage aber wird ihre Pflanzennatur ziemlich allgemein angenommen. Am nächsten im Pflanzenreiche stehen sie den Algen, haben jedoch meistens kein Chlorophyll (Blattgrün).

2. Bau. Die Bakterien bestehen aus einem Inhalt, umhüllt von einer Haut, der sog. Membran. Der Inhalt ist Zelleiweiß, Protoplasma, die Membran besteht aus einer Substanz, die mit der Cellulose verwandt ist. Diese Membran kann zuweilen gallertartig aufquellen, der Bakterienleib ist dann von einer sog. Kapsel umschlossen. Ob im Innern des Protoplasmas ein sog. Kern vorkommt, ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit entschieden, aber viele Gründe sprechen für die Existenz desselben. Solche Fragen sind eben wegen der Kleinheit dieser Objecte nicht leicht zu lösen.

3. Form. Die Form der Bakterien kann eine sehr verschiedene sein. Viele Bakterien sind kugelrund. Diese nennt man Kokken, Mikrokokken (micrococcus), siehe Fig. 1 a. Sind die Kokken nicht vereinzelt, sondern gewöhnlich zu zweien gelagert, so spricht man von Diplokokken (Fig. 1 b). Treten sie in Kettenform auf (Fig. 1 c), so nennt man sie Streptokokken. In Traubenform geordnet, heißen sie Staphylokokken (Fig. 1 d). Die Bakterien können aber auch Stäbchenform haben. Sind die Stäbchen ganz kurz, so spricht man von einem Bakterium (Fig. 1 e). Sind sie länglich, so nennt man sie Bacillus (Fig. 1 f). Zu sehr langen Fäden auswachsend, heißen sie auch Leptothrix. Die Bacillen können aber auch statt gerade, gekrümmt oder wie ein Korkzieher gewunden sein. Man spricht dann von Krummstäbchen (z. B. die Kommabacillen der Cholera) oder Spirillen

(Fig. 1 g). Andere Arten zeigen Verzweigungen (Fig. 1 h) sog. Kladothrixarten.

Diese Formen hat man sich jedoch nicht als etwas Constantes, Unabänderliches zu denken, sie entsprechen daher nicht

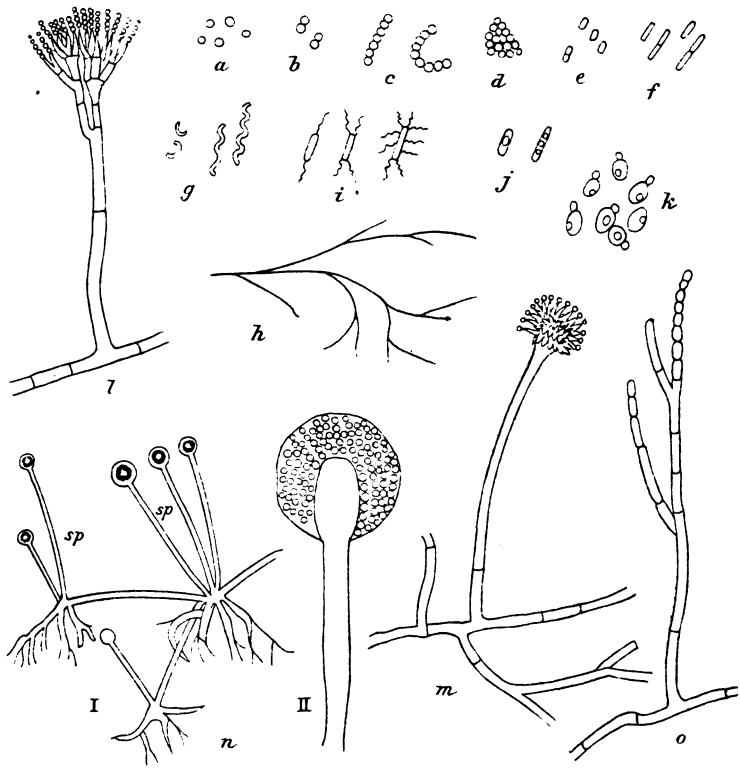


Fig. 1.

a. Kokken. b. Diplokokken. c. Streptokokken. d. Staphylokokken. e. Bacterium. f. Bacillen. g. Krummstäbchen und Spirillen. h. Kladothrix. i. Bacillen mit Geißeln. j. Bacillen mit Sporen. k. Hefezellen. l. Penicillium glaucum. m. Aspergillus. Mycel mit Conidienträgern. n. Mucor (stolonifer). I. Mycel mit Fruchtträgern. II. Längsdurchschnitt durch ein Sporangium, in welchem die Sporen sich gebildet haben (stark vergrößert). o. Oidium lactis.

verschiedenen Arten von Bakterien, sondern sind oft bloß Wuchsformen der gleichen Bakterie. So kennt man z. B. Bakterien, die, wenn sie noch jung sind, in Kokkenform auftreten und später zu Bacillen auswachsen, und selbst ganz lange Leptothrixfäden bilden können. Gewöhnlich aber bleibt die eine Form bevorzugt, so daß diese Formunterschiede auch zur Classification der Bakterien zugezogen werden können, wie wir gleich sehen werden.

4. Bewegung. Einzelne Bakterien sind unbeweglich, andere dagegen führen willkürliche Bewegungen aus und zwar mittelst sog. Geißelfäden (Fig. 1 i), die ihnen als Bewegungsorgane dienen. Ihre Bewegungen können äußerst rasche oder langsam schlängelnde sein.

5. Größenverhältnisse. Wie bereits gesagt wurde, sind die Bakterien so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht wahrnehmen kann. Als Maaßeinheit braucht man das sog. Mikron (μ),*) d. h. der tausendste Theil eines Millimeters. Die meisten Bakterien sind ein oder höchstens einige Mikron lang. Man hat ausgerechnet, daß in einem Cubikmillimeter ca. eine Milliarde Bakterien Platz haben können.

6. Vermehrung. Wie alle lebenden Wesen können sich die Bakterien auch vermehren. Dieses geschieht meist durch Zweitheilung, d. h. das Bakterium theilt sich in zwei Theile, von denen jeder für sich weiter lebt und sich seinerseits später theilt. Verfolgt man diesen Vorgang unter dem Mikroskop, so sieht man den Kokkus oder Bacillus sich etwas ausdehnen und in der Mitte sich immer mehr zusammenschnüren, bis die zwei Theile frei werden. Daher hat man die Bakterien auch Spaltpilze (Schyzophyten) genannt. Ueber die Schnelligkeit der Vermehrung der Bakterien sagt Cohn Folgendes:

„Wir nehmen an, daß eine Bakterie sich innerhalb einer Stunde in zwei, diese wieder nach einer Stunde in vier, nach drei Stunden in acht theilen und so fort, nach 24 Stunden beträgt

*) μ, griechischer Buchstabe = m.

die Zahl der Bakterien bereits über $16^1/_2$ Millionen; nach zwei Tagen würden sie zu 47 Trillionen anwachsen; nach einer Woche würde ihre Anzahl sich nur durch eine Ziffer von 51 Stellen ausdrücken lassen. Nach 24 Stunden würden die aus einem einzigen Stäbchen hervorgegangenen Bakterien etwa den 40. Theil eines Cubikmillimeters einnehmen, aber am Ende des folgenden Tages schon 442 Cubikcentimeter und in weniger als fünf Tagen das ganze Weltmeer, ca. 958 Millionen Cubikmeter."

Ein Bacillus mag nach Cohn 0,000,000,001,571 Milligramm wiegen, 636 Milliarden Bakterien 1 Gramm, 636,000 Milliarden ein Kilo. Nach 24 Stunden wäre das Gewicht der Nachkommenschaft eines Bacillus = $^1/_{40}$ Milligramm, nach zwei Tagen = 1 Pfund, nach drei Tagen = $7^1/_2$ Millionen Kilo.

Es ist klar, daß diese Berechnungen nur hypothetische sind und auf der Annahme beruhen, daß kein Hinderniß dieser schnellen Vermehrung entgegenträte. Dem ist aber glücklicher Weise nicht so, da Mangel an Nahrung und andere Umstände hemmend in den Weg treten. Diese Zahlen geben uns jedoch ein sprechendes Bild von der Lebensenergie dieser kleinsten Lebewesen. Später werden wir auch sehen, wie ungeheuer und rasch sie sich z. B. in der Milch vermehren können.

Einzelne Arten, z. B. die Kladothrixarten, theilen sich nicht, sondern wachsen in die Länge und bilden weit verzweigte Fäden. Einige Kokken theilen sich nicht bloß in einer Richtung, wodurch die erwähnten Diplokokken und Streptokokken entstehen, sondern nach drei Richtungen zugleich; sie bilden dann nicht einfache Reihen, sondern Klumpen, die Waarenballen ähnlich aussehen; diese Kokkenarten nennt man Sarcinen.

Eine zweite, sehr wichtige Vermehrungsweise ist die Bildung von sog. Sporen oder Dauerformen. Jedoch bilden nicht alle Bakterien Sporen, sondern nur einzelne

Arten. Die Sporen theilt man ein in endogene Sporen und Arthrosporen:

a) Endogene Sporen. Unter gewissen Verhältnissen sieht man bei einzelnen Bacillenarten das Protoplasma sich an einzelnen Stellen zusammenziehen und einen oder mehrere lichtbrechende Körper bilden, welche die Sporen sind. (Fig. 1 j). Die Hülle des Bacillus zerfällt und die Sporen werden frei und keimen später zu neuen Bacillen aus.

b) Arthrosporen. Hier bildet sich nicht die Spore im Innern des Bacillenleibes, sondern eine ganze Zelle löst sich und bildet sich zu einer Spore um, die fähig ist, später wieder auszukeimen.

Die Sporen sind viel dauerhafter und widerstandsfähiger als die Bakterien, aus denen sie hervorgegangen sind, und werden daher auch als Dauerformen bezeichnet.

Keimung der Sporen. Bei der Keimung streckt sich die Spore, der Inhalt verliert seinen hellen Glanz, die Sporenhaut wird gesprengt und der junge Bacillus schlüpft aus derselben heraus. Gewisse Umstände begünstigen die Bildung der Sporen, z. B. die Temperatur und die Gegenwart von Sauerstoff; auch scheinen bei Mangel an Nahrung verschiedene Bakterien ihre Existenz durch Sporulation zu sichern.

7. Classification. Da die Bakterien eigentlich noch wenig bekannt sind, auch jeden Tag neue Arten entdeckt werden, ist eine genaue Classification derselben eine schwer zu lösende Aufgabe. Auf Grund ihrer Formverhältnisse und innerer Vorgänge, wie Sporenbildung und vegetative Zustände, kann man es jedoch versuchen, sie unter einige Hauptgruppen unterzubringen.

Wohl eine der besten, ist folgende von Hueppe vorgeschlagene Classification:

I. Kokkaceen (d. h. kokkenähnlich). Kokkenformen im vegetativen Zustande, mit folgenden Unterabtheilungen:

1. Mikrokokken; 2. Sarcinen; 3. Streptokokken;

II. Bakteriaceen: Im vegetativen Zustande Stäbchen, die unter Umständen Ketten und Fäden bilden. Diese Gruppe hat folgende Unterabtheilungen:

1. Bakterien (im engeren Sinne), ohne Endosporen oder mit Arthrosporen.

2. Bacillen mit Endosporen.

3. Spirobakterien (gekrümmte Formen und Spirillen.)

III. Leptothricheen: Stäbchen und längere Fäden, die einen Unterschied zwischen Basis und Spitze aufweisen, indem sie von einer dünneren Basis zu einer breiteren Spitze sich verlängern.

IV. Kladothricheen: Formen mit verzweigten Fäden.

8. Lebensbedingungen. Um leben und sich vermehren zu können, bedürfen die Bakterien wie alle lebenden Wesen gewisser Bedingungen:

a) Erstens bedürfen sie einer günstigen Temperatur. Diese ist verschieden je nach der Art der Bakterien, im Allgemeinen ist ihnen eine Temperatur nicht unter 15° C. und nicht über 40° C. am zuträglichsten, meist etwa 30°—35° C. Jedoch giebt es Bakterien die noch bei 0° sich zu vermehren vermögen, andere selbst bei 60°—70° C. (sog. thermophile Arten, von Globig und Miquel näher studirt).

b) Sauerstoff. Ein großer Theil der Bakterien bedarf des Sauerstoffes der Luft zum Leben; diese nennt man aërobe Bakterien; für andere dagegen ist der Sauerstoff ein Gift, und sie entwickeln sich nur in Abwesenheit desselben: anaërobe Bakterien. Jenachdem dieses Verhältniß zum Sauerstoff ein absolutes oder nur relatives ist, spricht man von obligaten aëroben und anaëroben Bakterien und von facultativen aëroben und anaëroben Bakterien. So können z. B. die Bakterien des Tetanus (Starrkrampf) oder des Rauschbrandes nur in völliger Abwesenheit des Sauerstoffes gedeihen; sie sind daher obligate anaërobe Bakterien. Andere Bakterien dagegen, wie z. B. die Milzbrandbakterien sind aërob, können aber auch ohne Sauerstoff eine Zeit lang leben; sie sind facultative aërobe Bakterien.

c) Nahrung. Wie die übrigen Organismen, müssen die Bakterien sich ernähren, um leben und sich vermehren zu können. Ihre Nahrung entnehmen sie dem Kohlenstoffe und Stickstoffe. Da sie kein Chlorophyll besitzen, sind sie auf bereits vorgebildete Kohlenstoffverbindungen angewiesen, weil sie den Kohlenstoff nicht aus reiner Kohlensäure hernehmen können. Den Stickstoff entnehmen sie der organischen Substanz (Eiweißstoffe) oder auch anorganischen Körpern (Salpetersäure und Ammoniakverbindungen).

9. Saprophyten und Parasiten. Je nachdem die Bakterien ihre Nahrung todten oder lebendigen Körpern entnehmen, theilt man sie ein in Saprophyten und Parasiten. Letztere erfordern einen lebenden Organismus, in welchem sie als Schmarotzer leben; können sie nur auf diesem leben, so spricht man von obligaten Parasiten, können sie nebenbei auch auf todten Substraten (d. h. auf todter Substanz) leben, so nennt man sie facultative Parasiten. Die Saprophyten dagegen leben auf todten Theilen organischer Herkunft und werden ebenfalls in obligate und facultative Saprophyten eingetheilt. Die Krankheitserreger oder sog. pathogenen Bakterien gehören daher zu den Parasiten, da sie im lebenden Organismus leben und sich vermehren. Die pathogenen Bakterien bilden den Gegenstand eines der interessantesten Capitel der Bakteriologie, wegen der Rolle, die sie bei der Hervorbringung der verschiedensten Krankheiten bilden. Hauptsächlich sind es die sog. Infectionskrankheiten, bei denen sie thätig sind. Früher wußte man von diesen Krankheiten bloß, daß ein übertragbarer Infectionsstoff die Krankheit verbreite, wir nennen beispielsweise die Cholera, den Typhus, Milzbrand u. s. w., über die Natur dieses Infectionsstoffes war man aber noch ganz im Unklaren. Es würde uns zu weit führen, wollten wir alle Krankheiten citiren, die von Bakterien hervorgerufen werden und in detaillirter Weise ausführen, wie man zu diesen Resultaten gekommen ist. An einem Beispiel jedoch wollen wir zeigen, wie allmälig diese Thatsachen

sich erforschen ließen. Dem Landwirth ist der Milzbrand wohlbekannt, diese tückische Krankheit, die öfters Rinder und Schafe und in kurzer Zeit oft ganze Heerden zerstören kann. Im Jahr 1849 hatte Pollender bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes milzbrandkranker Thiere feine Stäbchen in demselben gesehen. Zu dem gleichen Resultate kam auch Brauell. Davaine, ein französischer Gelehrter, bewies nun im Jahr 1863, daß diese Stäbchen auch die Träger der Krankheit waren, da das Blut, welches durch Filtration durch Thonzellen von denselben befreit worden war, die Krankheit nicht übertragen konnte, während ein Tropfen Blut, welcher sie enthält, unter die Haut eines Versuchsthieres gebracht, Milzbrand hervorruft. Endlich gelang es Pasteur, diese Bakterien außerhalb des Körpers zu züchten — die sog. Cultur- oder Züchtungsmethoden werden wir gleich besprechen — und mit denselben in gleicher Weise wie mit dem Blute die Krankheit zu übertragen.

In ähnlicher Weise wurden noch als Krankheitsursache Bakterien nachgewiesen bei sehr vielen Krankheiten, von denen wir beispielsweise noch nennen: malignes Oedem, Tuberkulose (Lungenschwindsucht), Lepra (Aussatz), Rotz, Cholera, Typhus, Lungenentzündung, Diphtherie, Erysipel (Gesichtsrose), Eiterungen, Euterentzündungen, Kaninchen-Septikämie, Hühnercholera, Schweineseuche, Schweine-Rothlauf, Rauschbrand, Tetanus (Starrkrampf), Mäuseseptikämie, Aktinomykose u. a. m.

Es ist nun festgestellt worden, daß diese pathogenen Bakterien besonders dadurch verderblich wirken, daß sie Gifte, sog. Ptomaïne und Fermente im Körper bilden. Aber auch mechanisch können sie schädigend wirken, wenn sie sich sehr stark vermehren und z. B. Stauungen in den Blutgefäßen hervorbringen oder dem Blute und den Organen zu viele Nahrungsstoffe entziehen. Diese pathogenen Bakterien, welche unter gewöhnlichen Umständen todbringend sind, können indessen in ihren Eigenschaften so verändert werden, daß sie nun Schutz gegen die Krankheit verleihen. Die Milzbrand-

bakterien, z. B. wenn sie bei höherer Temperatur cultivirt werden, erzeugen nicht mehr eine tödtliche Ansteckung, sondern nur noch eine leichte Krankheit, welche, einmal überstanden, gegen ganz virulente Bacillen schützt, oder wie man sich ausdrückt, Immunität verleiht. Diese Entdeckung des berühmten Pasteur legte den Grund zu den verschiedenen Schutzimpfungsverfahren, die in der Bekämpfung der Infectionskrankheiten eine immer wichtigere Rolle spielen werden. Die Verfahren zur Erzielung der Immunität sind sehr verschieden (z. B. bei Rauschbrand, Rothlauf u. s. w.), wir können aber hier nicht näher darauf eintreten und wir müssen uns darauf beschränken, dieses bedeutungsvollen praktischen Ergebnisses wenigstens Erwähnung gethan zu haben.

Die Rolle der Saprophyten besteht besonders darin, die Gährungs- und Fäulnißprozesse zu besorgen. Auf diese Weise können sie sich dem Menschen nützlich machen, indem sie die Ursache wichtiger Gährungen (z. B. Milchsäuregährung, Käsereifung u. s. w.) sind oder als Fäulnißerreger die todte Materie wegschaffen, sie in andere einfachere Producte umsetzen und dadurch wieder in den Kreislauf der Natur bringen.

10. Verschiedene Lebensäußerungen der Bakterien. Unter den übrigen Lebensäußerungen der Bakterien können wir noch anführen: die Bildung von Farbstoffen (Pigmenten), die Entwickelung der verschiedensten Gase und Gerüche, und in gewissen Fällen auch von Licht (phosphorescirende Bakterien). Alle diese Wirkungen beruhen darauf, daß die Bakterien in den Substanzen, in denen sie leben, vermittelst der Fermente (sog. Diastasen oder Enzyme) die sie bilden, chemische Umsetzungen sehr complicirter Art hervorbringen.

11. Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse. Wie die übrigen lebenden Organismen sind auch die Bakterien äußeren Einflüssen unterworfen. Im Allgemeinen ist ihre Widerstandskraft gegen solche ziemlich hoch, besonders wenn Sporen da sind.

Mit Bezug auf Wärme ist ein Unterschied zu machen zwischen trockener und feuchter Wärme. Eine trockene Wärme von 130° C. können Sporen eine Stunde ganz gut vertragen. Um einen Gegenstand keimfrei zu machen oder wie man sich ausdrückt zu sterilisiren, muß man, um sicher zu gehen, einen Wärmegrad von 160°—180° C. ca. eine halbe Stunde lang einwirken lassen. Besser wirkt die feuchte Wärme. Ausgewachsene Bakterien ohne Sporen werden meist bei 60°—70° C. abgetödtet. Manche Sporen gehen auch beim Aufkochen zu Grunde, indessen giebt es sehr widerstandsfähige Sporenarten, die kurze Zeit Temperaturen von 110°—115° C. ertragen. Um z. B. Nährflüssigkeiten zum Zwecke der Züchtung von Bakterien — davon wird später die Rede sein — steril zu machen, muß man sie ca. eine viertel Stunde lang auf 115° C. erwärmen, was natürlich nur unter Druck in Dampfkochtöpfen, sog. Autoklaven, möglich ist. Unter dem Namen von fractionnirter Sterilisation versteht man ein Verfahren, Nährlösungen keimfrei zu machen, welches darin besteht, daß dieselben auf bloß 60°—70° C. erwärmt werden, aber einige Male hinter einander an mehreren Tagen. Durch Erwärmen auf diese Temperatur werden nämlich die ausgewachsenen Bakterien abgetödtet, und es bleiben bloß die Sporen am Leben; man läßt denselben nun etwa 24 Stunden Zeit um bei günstiger Temperatur auszukeimen und wiederholt das Verfahren. Alle die zu Bakterien ausgewachsenen Sporen werden nun abgetödtet, und um auch diejenigen Sporen, die das erste Mal etwa nicht auskeimten, sicher zu treffen, thut man das Gleiche an mehreren auf einander folgenden Tagen Dieses Verfahren wendet man bei solchen Substanzen an, die hohe Wärmegrade nicht vertragen. Ganz zuverlässig ist es indessen wiederum nicht, da Sporen oft erst nach Wochen auskeimen können.

Gegenüber der Kälte sind die Bakterien äußerst widerstandsfähig. Manche Bakterien, wahrscheinlich in Sporenform, können einem künstlich erzeugten Kältegrad von —130° C. zwanzig

Stunden lang widerstehen. Austrocknung ertragen die meisten Bakterien, besonders in Sporenform, ziemlich lange. Einzelne Arten, z. B. die Cholerabacillen, sind im Gegentheil gegen dieselbe sehr empfindlich und sterben ab, sobald sie längere Zeit ausgetrocknet werden.

Das Licht scheint im Allgemeinen stark abschwächend auf die Bakterien zu wirken, besonders das directe Sonnenlicht. Daher ist die Forderung der Hygienisten, dem Lichte freien Zutritt zu lassen, sehr berechtigt.

Einem hohen Drucke widerstehen die Bakterien mit Leichtigkeit. So konnte Certes Milzbrandculturen einem Drucke von 600 Atmosphären in comprimirter Luft aussetzen, ohne sie abzutödten. Im Verein mit Dr. Schaffer habe ich meinerseits comprimirte Kohlensäure mit einem Druck von 90 Atmosphären ohne allen Erfolg verwendet.

Was den Einfluß der Elektricität auf die Bakterien anlangt, so sind die Resultate zur Zeit noch sehr unbestimmt und widersprechend. Möglich ist aber, daß in Zukunft dieser Factor, dessen Anwendungen sich tagtäglich mehren, bei der Zerstörung der Bakterien eine Hauptrolle spielen wird.

Chemische Substanzen schädigen die Bakterien insofern sie Gifte des lebenden Protoplasmas darstellen. Daher werden sie durch Sublimat, Carbolsäure, Aetzkalk, Kupfersulfat, Chlor u. A. m. abgetödtet. Solche Substanzen werden auch deshalb häufig zu Desinfectionszwecken gebraucht.

Die Methoden der Bakteriologie.

Das Hauptmittel zum Studium der Bakterien ist die Züchtung derselben außerhalb der Organismen und todten Substanzen, in welchen sie angetroffen werden. Erst nachdem dieses gelungen war, konnten sie bezüglich ihres Baues und ihrer Lebensäußerungen näher studirt werden. Eine der wichtigsten Aufgaben der Bakteriologie ist es daher, Mittel und Wege anzugeben, um dieses zu erreichen. Heutzutage ist diese Auf-

gabe nun auch größtentheils gelöst und wie der Landwirth Kartoffeln oder Getreide säet und später davon eine Ernte gewinnt, so säet auch der Bakteriologe die verschiedensten Mikroben auf künstliche Felder und bereitet sich dadurch eine reiche Ernte vor. Und ebenso wie der Landwirth auf seinen Feldern zuerst das Unkraut vertilgt, damit das Eingesäete von demselben nicht überwuchert werde, so befreit auch der Bakteriologe seine Nährlösungen von fremden Keimen, damit die eingepflanzten Bakterien sich nunmehr frei entwickeln können. Die Zusammensetzung dieser sog. Nährböden und Nährlösungen kann eine sehr verschiedene sein, nur müssen sie die Substanzen enthalten, die zur Ernährung der Bakterien dienen, also hauptsächlich Kohlenstoff und Stickstoff. Fleischbrühe, Kartoffeln, Pflanzenaufgüsse, Milch u. s. w., welche bekanntlich diese chemischen Stoffe enthalten, werden daher zu diesem Zwecke vielfach gebraucht.

Die Milch insbesondere, die uns hier zumeist interessirt, bietet den Bakterien einen ausgezeichneten Nährboden. Wir erinnern an ihre bekannte Zusammensetzung:

Wasser (im Mittel)	87,5 %
Trockensubstanz (im Mittel)	12,5 %

Letztere enthält im Mittel:

Fett	3,6 % auf Milch berechnet.
Eiweißstoffe (Caseïn, Albumin u. Lactoproteïn)	3,3 % „ „ „
Milchzucker	4,9 % „ „ „
Asche (Salze)	0,7 % „ „ „

Caseïn, Albumin und Lactoproteïn stellen die Eiweißstoffe (Stickstoffsubstanz) dar und sind, wie man sieht, in hinreichender Menge vorhanden, Kohlenstoff finden die Bakterien im Milchzucker und im Fett, dazu kommen noch die Bestandtheile der Asche (Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor), welche ebenfalls von den Bakterien aufgenommen werden. Alle diese Substanzen finden sich in der Milch in natürlichem und daher leicht assimilir-

barem Zustande vor und es ist leicht erklärlich, daß die Milch eine reiche Fundstätte der verschiedensten Bakterienarten ist. Daher wird sie auch in den bakteriologischen Laboratorien sehr viel als Nährboden benutzt.

Diese Substanzen werden zunächst in dazu geeignete Gläser (Reagensgläser, Kolben u. s. w.) gebracht und dann nach den oben angegebenen Principien sterilisirt, d. h. keimfrei gemacht. Diese Gläser werden gegen Infection durch die in der Luft stets anwesenden Bakterien dadurch geschützt, daß sie mit einem Wattepfropfen verschlossen werden, der der Luft zwar freien Zutritt gewährt, aber die Bakterien derselben zurückhält. Sind anaërobe Bakterien zu züchten, so wird die Luft aus den Gläsern vertrieben oder durch Wasserstoff ersetzt. Die Reaction derselben ist nicht indifferent, da zu große Alkalinität oder ein zu hoher Säuregrad den Bakterien schädlich sind. Man neutralisirt sie daher gewöhnlich. Je nach der Art der zu untersuchenden Bakterien sind jedoch gewisse Unterschiede in der Reaction zulässig. Hat man nun so bereitete Nährböden, so werden die zu studirenden Bakterien eingesäet. oder wie man sich ausdrückt, eingeimpft. Bei Milzbrand z. B. entnimmt man mit einer vorher ausgeglühten (zur Abtödtung der etwa anhaftenden Keime) Platinnadel ein Tröpfchen Blut eines milzbrandkranken Thieres, welches ja bekanntlich die Milzbrandstäbchen enthält, und säet es in ein Gläschen Bouillon ein. In letzterer entwickeln sich die Milzbrandbacillen vorzüglich und so hat man eine sog. Reincultur in Händen, mittelst der man die Eigenschaften dieser Bacillen näher studiren kann. Die Sache ist aber nicht immer so leicht. Oft muß man vorher verschiedene Bakterien von einander trennen, die vereint z. B. in einer gährenden oder faulenden Flüssigkeit, in kranker Milch u. s. w. leben. Zu diesem Zwecke bedient man sich der sog. festen Nährböden. Man kann nämlich durch Zusatz von Gelatine oder Pflanzengallerten (Agar z. B., eine japanesische Pflanze), Nährböden herstellen, die die Eigenthümlichkeit besitzen, bei den für die Züch-

tung von Bakterien gebräuchlichen Temperaturen (15°—37° C.) fest zu erstarren. Will man nun z. B. die in einem bestimmten Wasser oder in einer Probe Milch vorhandenen Bakterien von einander trennen, oder wie man sagt, isoliren, so läßt man einen solchen festen Nährboden zuerst bei etwas höherer Temperatur (ca. 45° C.) flüssig werden, vermischt mit demselben einen Tropfen oder noch weniger der zu untersuchenden Flüssigkeit, und läßt wieder in einem geeigneten, vorher sterilisirten Behälter erstarren (sog. Plattenculturen) Ist die zu untersuchende Flüssigkeit sehr bakterienreich, so. verdünnt man sie vorher mit sterilem Wasser. Die Bakterien bleiben nun an verschiedenen Stellen des Nährbodens eingeschlossen und entwickeln sich gerade da, wo sie sind, sog. Colonien bildend. Diese Colonien sind nun sehr verschieden, die einen verflüssigen die Gelatine, die anderen nicht, die einen sind farblos, andere farbig, wenn es sich um farbstoffbildende Bakterien handelt. Man kann sie nun herausnehmen und jede für sich in geeignete Nährlösungen hineinbringen und man bekommt auf diese Weise Reinculturen der verschiedenen Bakterien, die in der untersuchten Flüssigkeit vorhanden waren. Auf diese Weise kann man auch durch Zählung der Colonien erfahren, wie viel Bakterien in der untersuchten Flüssigkeit waren. Diese Culturen müssen, damit sie sich gut entwickeln, bei einer für die Bakterien günstigen Temperatur aufbewahrt werden (siehe oben). Man braucht zu diesem Zwecke Brutöfen oder Kasten, in denen die Temperatur durch sinnreiche Apparate (Regulatoren) auf der gewünschten Höhe (gewöhnlich 20° und 35° C.) erhalten wird.

Hat man nun Reinculturen vor sich, so untersucht man sie vor Allem mikroskopisch. Entweder werden die Bakterien lebend untersucht, oder, wie man sich ausdrückt, im hängenden Tropfen, weil sie in der Flüssigkeit suspendirt bleiben, oder man benutzt die Eigenschaft des Bakterienprotoplasmas, gewisse Farben, besonders die Anilinfarben aufzunehmen, um sie

zu färben und dadurch morphologische Details leichter sichtbar zu machen. Zu diesem Zwecke läßt man ein Tröpfchen der Cultur auf einem Deckgläschen eintrocknen und taucht es in eine Farblösung ein. Die Bakterien nehmen die Farbe an und geben deutlichere Bilder (sog. gefärbte Präparate). Auf diese Präparirungs- und Färbemethoden können wir hier indessen nicht weiter eingehen, sie spielen aber eine große Rolle in der Bakteriologie.

Im Ferneren werden diese künstlich cultivirten Bakterien auf ihre Eigenschaften geprüft (Gährfähigkeit, Pathogenität, Thierversuche u. s. w.).

Fundorte der Bakterien.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß Bakterien überall da anzutreffen sind, wo organisches Leben vorhanden ist, also überall wo Thiere und Pflanzen sind, da sie in den Leichnamen der Thiere und in den todten Pflanzen reiche Nahrung finden. In der Erde und in frei liegendem Wasser sind sie daher stets zahlreich. Auch in der Luft trifft man sie oft in großen Zahlen an, da sie mit dem Staub in dieselbe hineingelangen. Einige statistische Daten mögen hier Platz finden:

Erde: In den oberflächlichen Schichten sind sie äußerst zahlreich, bis mehrere Millionen per Gramm Erde. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie ab. In einer Tiefe von 3 bis 6 Metern ist die Erde gewöhnlich bakterienfrei.

Wasser: Quellwasser, welches aus dem Innern der Erde entspringt, ist gewöhnlich bakterienfrei. Sobald es der Luft ausgesetzt ist, wird sein Bakteriengehalt reicher. Einige Hundert Bakterien per Cubikcentimeter sind nichts Außergewöhnliches und ein solches Wasser ist noch ein gutes Trinkwasser. Erst bei größerem Bakteriengehalte nimmt man an, daß eine größere Verunreinigung vorliege, die Anlaß zur Beanstandung gebe.

Luft: Der Gehalt der Luft an Bakterien ist ein sehr

wechselnder, je nachdem Quellen der Verunreinigung vorliegen oder nicht. In unbewohnten Räumen mag man weniger als 100 Bakterien im Cubikmeter finden, in bewohnten Räumen mehrere Hunderte, nach Aufwirbeln von Staub beim Putzen 200—400000 im Cubikmeter. In Pariser Straßen findet man im Mittel 4000 Bakterien per Cubikmeter, in Bern fand ich derer ca. 700. Auf dem Lande in offenem Felde fand ich ca. 100 Bakterien per Cubikmeter; auf einem kleinen Berge (Gurten bei Bern) nur noch 8 per Cubikmeter und auf hohen Bergen, wie der Eiger z. B., gar keine mehr. Zur Bestimmung des Bakteriengehaltes der Luft bedient man sich am besten löslicher Filter, durch die man eine gewisse Menge Luft hindurch pumpt; dieselben werden dann in sterilem Wasser aufgelöst, so daß die vom Filter zurückgehaltenen Bakterien im Wasser vertheilt werden, und die Anzahl der aufgefangenen Bakterien stellt man dadurch fest, daß man dieses Wasser mit festen Nährböden vermischt und zu sog. Platten ausgießt.

Andere Mikroorganismen.

Bevor wir nun zu der Milch und ihren Bakterien, unserer Hauptaufgabe, übergehen, müssen wir noch kurz einiger Mikroorganismen Erwähnung thun, die eine ähnliche Rolle wie die Bakterien spielen, jedoch verschiedene Gebilde sind.

1. Hefe. Die Hefepilze, auch Sproßpilze genannt, weil sie sich nicht durch Zweitheilung wie die Bakterien vermehren, sondern durch Sprossung, d. h. Bildung kleiner Knospen, die allmälig wachsen und von der Mutterzelle sich ablösen (Fig. 1 h). Die Hefezellen sind meist oval, haben einen Durchmesser von wenigstens mehreren Tausendsteln Millimeter, ein körniges Protoplasma, mit sog. Vacuolen [Hohlräume]. Zuweilen bilden sie, besonders auf festen Nährböden, sog. Mycelfäden (wie die sogleich zu besprechenden Schimmelpilze) und eine Art von Sporangien (Sporenfrucht), in denen sich Sporen bilden. Die Hefepilze spielen besonders bei der

Wein- und Biergährung eine wichtige Rolle, indem sie die Erreger dieser alkoholischen Gährungen sind.

2. Schimmelpilze. Jedermann kennt die schimmeligen Ueberzüge, die sich auf altem Brode, Früchtendecocten, u. s. w. bilden. Diese bestehen nun aus kleinen mikroskopischen Pilzen, die wegen ihrer Kleinheit ebenfalls zu den Mikroorganismen gezählt werden und auch eine gewisse Verwandtschaft mit unseren Bakterien besitzen. Sie gehören zu der Gattung der Kryptogamen und unter diesen wieder zu den Laubpflanzen oder Thallophyten, die nicht Stamm und Blätter, sondern nur ein einfaches Laub, den sog. Thallus tragen. Dieser ist zusammengesetzt aus chlorophyll-losen Zellen, welche wie die Bakterien Membran und Protoplasma besitzen. Sie vermehren sich nicht durch Zweitheilung oder Spaltung, sondern durch Längenwachsthum, d. h. durch Bildung langer Fäden, der sogen. Hyphen. Diese verzweigen sich und aus denselben setzt sich das sog. Mycel, ein dichtes Gewirr von Fäden, zusammen. Einzelne Hyphen bilden sich dann zu Fruchtträgern oder Fruchthyphen aus, auf welchen sich die Früchte, d. h. die Sporen, hier auch Conidien genannt, entwickeln. Die Schimmelpilze enthalten unzählige Arten und Gattungen unter denen folgende hervorgehoben werden mögen:

a) Die Penicillien, Pinselschimmel, so genannt wegen der Form der Fruchtträger. Die Fruchthyphen endigen nämlich durch gabelige Theilung in einen Büschel kurzer Stiele, Basidien genannt, von welchen die Sporen in langen Reihen sich ablösen. Eine Art derselben, das Penicillium glaucum (Fig. 1 l), wird dem Roquefort-Käse zugesetzt und spielt bei dessen Reifung eine wichtige Rolle. Die grünen Adern, die man in dieser Käseart sieht, sind nichts anderes als Anhäufungen dieses Pilzes.

b) Aspergillen (Fig. 1 m). Bei diesen schwillt das Ende des ungetheilten Fruchtträgers keulenförmig an; auf der Keule wachsen sog. Sterigmen, flaschenförmige kleine Gebilde, welche die Sporen tragen.

c) Mucorineen (Fig. 1 n). Die Fruchthyphen endigen bei diesen in ein Sporangium, Sporenbehälter. Sind die Sporen reif, so berstet das Sporangium und die Sporen werden frei.

d) Oïdium (Fig. 1 o). Bei dieser Art bildet sich ein Mycel, dessen Hyphen in kurze Glieder zerfallen. Eine Varietät dieses Pilzes, das Oïdium lactis, wird häufig in der Milch angetroffen.

Specieller Theil.

Die Bakterien in der Milch und ihre Vermehrung in derselben.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die Bakterien in der Milch einen vorzüglichen Nährboden finden müssen, da dieselbe die Nahrungsstoffe, deren sie bedürfen, in geeignetster Form enthält, und es darf uns daher nicht Wunder nehmen, wenn wir in jeder Probe Milch, die zur Untersuchung kommt, Bakterien meist in großer Anzahl finden. Im Euter freilich ist die Milch bakterienfrei, abgesehen von den Fällen, in welchen die Milchdrüse erkrankt ist, so z. B. wenn Tuberculose in derselben krankhafte Veränderungen hervorgerufen hat oder wenn Euterentzündung vorliegt; in solchen Fällen nämlich findet man Tuberkelbacillen oder die Euterentzündungserreger in der Milch bereits wenn sie das Euter verläßt. Sonst aber ist sie, wie gesagt, bakterienfrei, wie es schon Pasteur nachgewiesen hat und wie man sich überzeugen kann, wenn man mittelst steriler Canüle (Röhrchen) die Milch direct aus dem Euter entnimmt. Untersucht man dagegen Milch nach dem Melken, so findet man in derselben bereits sehr zahlreiche Mikroben. Im Mittel habe ich in frisch gemolkener Milch hier in Bern 10—20,000 Bakterien per Cubikcentimeter gefunden, Cnopf in München sogar 60,000—100,000, also 60—100 Millionen im Liter! Woher kommen nun diese Bakterien? Diese Frage läßt sich leicht beantworten, wenn man das Melken selber näher

c) Mucorineen (Fig. 1 n). Die Fruchthyphen endigen bei diesen in ein Sporangium, Sporenbehälter. Sind die Sporen reif, so berstet das Sporangium und die Sporen werden frei.

d) Oïdium (Fig. 1 o). Bei dieser Art bildet sich ein Mycel, dessen Hyphen in kurze Glieder zerfallen. Eine Varietät dieses Pilzes, das Oïdium lactis, wird häufig in der Milch angetroffen.

Specieller Theil.

Die Bakterien in der Milch und ihre Vermehrung in derselben.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die Bakterien in der Milch einen vorzüglichen Nährboden finden müssen, da dieselbe die Nahrungsstoffe, deren sie bedürfen, in geeignetster Form enthält, und es darf uns daher nicht Wunder nehmen, wenn wir in jeder Probe Milch, die zur Untersuchung kommt, Bakterien meist in großer Anzahl finden. Im Euter freilich ist die Milch bakterienfrei, abgesehen von den Fällen, in welchen die Milchdrüse erkrankt ist, so z. B. wenn Tuberculose in derselben krankhafte Veränderungen hervorgerufen hat oder wenn Euterentzündung vorliegt; in solchen Fällen nämlich findet man Tuberkelbacillen oder die Euterentzündungserreger in der Milch bereits wenn sie das Euter verläßt. Sonst aber ist sie, wie gesagt, bakterienfrei, wie es schon Pasteur nachgewiesen hat und wie man sich überzeugen kann, wenn man mittelst steriler Canüle (Röhrchen) die Milch direct aus dem Euter entnimmt. Untersucht man dagegen Milch nach dem Melken, so findet man in derselben bereits sehr zahlreiche Mikroben. Im Mittel habe ich in frisch gemolkener Milch hier in Bern 10—20,000 Bakterien per Cubikcentimeter gefunden, Cnopf in München sogar 60,000—100,000, also 60—100 Millionen im Liter! Woher kommen nun diese Bakterien? Diese Frage läßt sich leicht beantworten, wenn man das Melken selber näher

in's Auge faßt. Stets sind Kühe da, deren Bauchdecken und Euter mit Koth beschmutzt sind, welcher während des Melkens in die Milch hineinfällt und der, wie wir wissen, eine Unzahl von Bakterien beherbergt; ferner sind die meist unreinlichen Hände des Melkers Träger von Bakterien, dazu enthalten die Milchgeschirre, die mit oft bakterienreichem Wasser ausgewaschen sind, sowie die Stallluft zahlreiche Keime. Endlich enthalten die ersten Cubikcentimeter Milch, die gemolken werden, immer viele Mikroorganismen, indem die nach dem Melken im unteren Theile des Strichcanals zurückbleibenden letzten Tropfen Milch, die nicht vollständig von der Außenwelt abgeschlossen sind, sich leicht von außen her mit Bakterien inficiren und bis zum nächsten Melken Anlaß zu einer reichlichen Bakterienwucherung geben. Wie sehr dieser Umstand zur Verunreinigung der Milch beiträgt, ergiebt sich aus Versuchen von Dr. Schultz, der z. B. in der zuerst entleerten Milch gegen 80,000 Keime fand, während die letzte Milch sich als steril, d. h. bakterienfrei erwies. Ueber den Einfluß der Reinlichkeit der Hände des Melkers giebt ferner ein von mir angestelltes Experiment Aufschluß, in welchem ich ein von Prof. Guillebeau in Bern empfohlenes Verfahren anwandte, nämlich Einschmieren der Hände mit Fett, um den Schmutz festzuhalten. In diesem Experimente sank die Zahl der Bakterien der in ein steriles Gefäß gemolkenen Milch auf 200 im Cubikcentimeter herunter. Da, wie wir sogleich sehen werden, die Bakterien es sind, welche die Haltbarkeit der Milch erschweren, so würde man eine viel haltbarere Milch erhalten, wenn man gleich beim Melken größere Reinlichkeit und Vorsicht gebrauchen würde. Zu empfehlen wären in dieser Hinsicht Auswaschen (lauwarmes Wasser) des Euters der Kühe und der Hände des Melkers, sorgfältige Reinigung der Milchgeschirre, und größere Reinhaltung des Stalles überhaupt.

Sehen wir nun weiter zu, was aus diesen regelmäßig in der Milch enthaltenen Bakterien wird. Nach dem, was wir über Ernährung und Vermehrung der Bakterien gesagt haben,

ist es klar, daß sie sich in diesem günstigen Nährmedium reichlich vermehren werden, und zwar um so reichlicher, je günstiger die Temperatur sein wird. Einige Beispiele aus Experimenten entnommen, die ich hier in Bern anstellte, mögen dieses erläutern.

Eine Probe Milch, welche kurze Zeit nach dem Melken 9000 Bakterien per cbm enthielt, wurde bei 15° C. aufbewahrt.

Eine	Stunde	später	enthielt	sie	31,750	Bakterien	per	cbm
2	Stunden	„	„	„	36,250	„	„	„
4	„	„	„	„	40,000	„	„	„
7	„	„	„	„	60,000	„	„	„
9	„	„	„	„	120,000	„	„	„
25	„	„	„	„	5,000,000	„	„	„

Von einer anderen Milch, welche kurze Zeit nach dem Melken 23,000 Keime enthielt, wurden Proben bei 25° C. und 35° C. aufbewahrt. Ueber das Wachsthum der Bakterien in diesen verschiedenen Proben giebt die folgende Tabelle Auskunft:

			bei 25° C.	bei 35° C.
2	Stunden	später	Platte bereits verflüssigt bei der Untersuchung	75,000
6	„	„	860,000	2,700,000
9	„	„	2,150,000	3,400,000
24	„	„	806,000,000	812,500,000

Diese Zahlen, denen ich, fehlte mir nicht der Raum, noch viele Reihen ganz ähnlicher Versuchsresultate beifügen könnte, beweisen zur Genüge den Einfluß der Temperatur. Also die Milch nach dem Melken, solange sie nicht verarbeitet wird, möglichst abkühlen, um die Vermehrung der Bakterien, welche, wie wir sogleich sehen werden, auch das Verderben der Milch zur Folge hat, soviel als thunlich zu hemmen.

Natur und Wirkungen der in der Milch vorkommenden Bakterien.

Nachdem wir die Gegenwart und Vermehrung der Bakterien in der Milch besprochen haben, hätten wir nun zu untersuchen, was das für Bakterien sind und was für eine

Rolle sie spielen. Die Bakterien, die wir in der Milch antreffen, können wir zunächst in zwei Hauptgruppen eintheilen. Einmal solche, die wir so zu sagen als stete oder wenigstens häufigere Bewohner der Milch bezeichnen können. Wie gewisse Thierarten nur in bestimmten Gegenden oder in einem gegebenen Klima sich vorfinden, so giebt es Bakterien, die durch Jahrhunderte lang dauernde Anpassung so an die Milch sich angewöhnt haben, daß man sie fast regelmäßig als Bewohner der verschiedenen Milchproducte antrifft. Diese bieten natürlicher Weise für die Milchwirthschaft das größere Interesse, da die meisten Veränderungen der Milch von ihnen abhängen. Dagegen giebt es eine ganze Gruppe von Bakterien, die auch in der Milch öfters angetroffen werden können, die man jedoch mehr als zufällige Beimischungen derselben bezeichnen darf. Diese sind für die Milchwirthschaft von weniger Bedeutung. Möglich bleibt es immerhin, daß solche zufällige Eindringlinge in der Milch sich vermehren und dabei schädliche Producte bilden. So sind besonders in Amerika Fälle bekannt geworden, in welchen durch Rahm, Käse u. s. w. Vergiftungen sich ereigneten. Am besten thut man daher, die Milch so viel als thunlich gegen alle Bakterien zu schützen. In einem Falle jedoch interessiren diese mehr zufällig in der Milch vorhandenen Bakterien den Milchproducenten, nämlich dann wenn sie zu den sog. pathogenen Bakterien gehören, indem in diesem Falle die Milch zum Träger verschiedener Krankheiten werden kann. Sie sind daher wichtig genug, um den Gegenstand eines besonderen Capitels zu bilden.

I. Die in der Milch vorkommenden pathogenen Bakterien:

1. Tuberkelbacillen. Von außen, etwa durch Beimengung von bacillenhaltigen Auswurfstoffen von Lungenkranken kommen die Tuberkelbacillen wohl nur selten in die Milch. Trifft man sie hier an, so kommen sie von der krankhaft

afficirten Milchdrüse der Kühe her und sind also in der Milch schon vor dem Melken enthalten. Jedoch hat man sie auch in Fällen gefunden, in welchen das Euter der tuberculösen Thiere anscheinend noch gesund war. Ueber die Häufigkeit ihrer Gegenwart in der Milch weichen die Angaben ab, je nachdem die Untersuchungen in Gegenden vorgenommen wurden, in welchen die Perlsucht (Tuberculose des Rindviehs) mehr oder weniger verbreitet war. Nach Hirschberger z. B. sollen in der Nähe der Städte, wo die Kühe meist weniger rationell behandelt werden, 10 % derselben tuberculös sein, und von diesen sollen 50 % tuberkelbacillenhaltige Milch liefern. Somit enthielte in den Städten 5 % der erhobenen Milchproben Tuberkelbacillen. Daß letztere auch virulent, d. h. krankheitserregend seien, ist theils durch subcutane Verimpfung (Injection der Milch unter die Haut), theils durch Verfütterung an geeignete Hausthiere erwiesen worden. Da indessen bei der Tuberculose wie bei anderen Infectionskrankheiten auch die Zahl der in den Organismus eingeführten Bacillen eine große Rolle spielt, indem die Infection um so leichter stattfindet, je zahlreicher die Bacillen sind, so wirkt die in der Praxis fast immer eintretende Verdünnung der etwa in einer Milch befindlichen Tuberkelbacillen, da ja meist nur Mischmilch verschiedener Kühe auf den Markt gelangt, in gewisser Weise schützend gegen die Gefahr einer Infection. Dieser Umstand vermindert jedoch bloß die Gefahr, beseitigt sie aber nicht ganz, wie neuere Untersuchungen zeigen. In Kopenhagen z. B. zeigten sich unter 28 Proben Mischmilch vier, also der 7. Theil, als virulent, d. h. riefen bei Thieren Impftuberculose hervor. Zwei dieser Proben rührten von Beständen von 20 und 30 Kühen her, unter welchen sich je eine der Tuberculose verdächtige Kuh befand. Die beiden anderen Proben, welche noch als virulenter sich erwiesen hatten, stammten von Beständen her, unter welchen nicht bloß tuberculoseverdächtige, sondern sogar Kühe mit Eutertuberculose sich befanden. Wenn auch trotzdem in vielen Fällen der Genuß tuberculöser Milch keine

Tuberculose nach sich zieht, wohl aus dem Grunde daß eine gewisse Prädisposition, eine Schwäche der Verdauungsorgane vorliegen muß, oder eine größere Bacillenzahl nöthig ist, um eine Infection zu verursachen, so birgt ohne Zweifel eine solche Milch eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Gesundheit, und es sind auch viele Fälle citirt worden, in welchen die Entstehung einer Tuberculose bei Kindern auf keine andere Ursache zurückgeführt werden konnte. So erzählt z. B. Brouardel von einem Fall, wo in einem Pensionate von 14 jungen Mädchen fünf an Tuberculose erkrankten, nachdem die Milch einer perlsüchtigen Kuh tägliche Verwendung gefunden hatte. In den Milchproducten bleiben sie auch längere Zeit lebensfähig; so fand sie z. B. Gasperini in aufbewahrter Butter, der man sie absichtlich zugesetzt hatte, noch nach 120 Tagen, Galtier im Käse noch nach 35 Tagen lebend. Jedoch schienen sie bereits nach einem Monate abgeschwächt zu sein, so daß ihre Gegenwart im Käse wohl weniger gefährlich sein mag, da derselbe erst mehrere Monate nach seiner Herstellung verzehrt wird. Die erwähnten Thatsachen rechtfertigen indessen die Forderung der Hygieniſten, daß die Milch nicht roh, sondern nur gekocht genossen werde, wodurch die etwa darin vorhandenen Tuberkelbacillen abgetödtet werden. Doch hierüber mehr im Capitel über Sterilisirung und Pasteurisation der Milch. Am besten wäre es, tuberculöse Thiere überhaupt nicht bei der Milchproduction zu verwenden.

2. Typhus. Bereits im Jahr 1870 wurde in England, in Islington, der Zusammenhang einer kleinen Typhusepidemie mit dem Genuß einer bestimmten Milch mit ziemlicher Sicherheit erwiesen. Es erkrankten nämlich in der betreffenden Ortschaft nur solche Personen, welche ihre Milch von einer Molkerei bezogen, in welcher kurz vorher ein Typhusfall sich ereignet hatte, und seither ist in vielen Fällen ein solcher Zusammenhang sichergestellt worden. Es ist auch in solchen Fällen meist leicht erklärlich, wie die Typhuskeime in die Milch kommen. Oft finden Infiltrationen von Ab-

trittsgruben in Brunnenleitungen statt, das Wasser kann dann, wenn Typhuskranke im Hause sind, mit Typhusbacillen, die ja bekanntlich in den Entleerungen der Kranken enthalten sind, verunreinigt werden, und später auch die Milch, wenn das Wasser zum Reinigen der Milchgefäße gebraucht wird. Auch ist eine noch directere Uebertragung leicht denkbar, wenn die gleichen Personen den Kranken pflegen und das Melken besorgen. Was die Lebensdauer der Typhusbacillen in milchwirthschaftlichen Producten anlangt, so stellte Laser fest, daß dieselben in Butter erst nach 5—7 Tagen absterben.

3. Cholera. In gleicher Weise wie beim Typhus kann Milch mit Cholerabacillen verunreinigt werden. In gekochter Milch vermehren sie sich sehr stark. In roher Milch scheinen sie nach Versuchen von Cunningham nach 24 Stunden von den gewöhnlichen Milchbakterien verdrängt und durch die eintretende saure Reaction abgetödtet zu werden. Indessen ist ein Fall bekannt, in welchem auf einem Schiffe alle Matrosen an Cholera erkrankten, welche von einer Milch getrunken hatten, der durch Choleraentleerungen verunreinigtes Wasser beigemischt worden war. Auch stellte Laser fest, daß Cholerabacillen in Butter erst nach 4—5 Tagen absterben.

4. Andere pathogene Bakterien. Auch Diphtherie und Scharlachfieber sollen durch Milch verschleppt worden sein. (Nach Dr. Hart entstanden in dieser Weise in England 14 Scharlach- und sieben Diphtherie-Epidemien.) Obwohl der Erreger des Scharlachs bis jetzt nicht bekannt ist und somit in diesem Falle ein stricter Beweis nicht erbracht ist, so ist diese Möglichkeit doch wohl annehmbar. Ferner könnte man noch viele Fälle anführen, in welchen nach dem Genuß einer bestimmten Milch infectiöse Verdauungsstörungen entstanden, die jedenfalls durch bestimmte Bakterienarten hervorgerufen wurden. Endlich können auch Thierseuchen, wie Schweineseuche, Maul- und Klauenseuche u. A. m. durch die Milch verschleppt worden. Jedenfalls beweisen die angeführten

Thatsachen zur Genüge, daß die Milch zum Träger vieler Krankheiten werden kann, wenn sie deren Erreger enthält. Aber nicht nur für die öffentliche Gesundheit ist diese Frage von Bedeutung, sondern auch wegen der Einbuße, die dadurch für Molkereigenossenschaften entstehen kann. Wäre nämlich festgestellt, daß die Milch einer Molkerei z. B. Typhus verbreitet, so würde man in Zukunft ohne Zweifel den Verkauf derselben untersagen, bis die Quelle der Verunreinigung aufgefunden und beseitigt wäre. Dieses wird indessen öfters längere Zeit erfordern und die damit zusammenhängenden Störungen im Betriebe des Molkereigewerbes können für die Interessenten sehr weitgehende schädliche Folgen nach sich ziehen. Es kann daher nicht Sorge genug getragen werden, um die Infection der Milch durch pathogene Bakterien zu verhüten.

II. Die gewöhnlichen Milchbakterien.

Wir gehen nun über zu denjenigen Bakterien, deren gewöhnlicher Fundort die Milch ist und welche daher als eigentliche Milchbakterien angesehen werden können. Dieselben sind für uns besonders wichtig, weil sie in der Milch verschiedene Veränderungen und Zersetzungen hervorbringen, welche im Milchwirthschaftsbetriebe theils schädlich, theils auch von Nutzen sind. Denn auch in der Milchwirthschaft sind einzelne Producte, wie Käse, gesäuerte Milch und gesäuerter Rahm und dergl. m. die Folge eines bestimmten gährungsartigen Processes, der durch Bakterien verursacht wird. Diese letzteren sind daher zu pflegen und zu schützen, wie es mit der Hefe geschieht, welche bei der Gährung des Weines und Bieres nöthig ist.

Die gewöhnlichen Milchbakterien theilen wir je nach der Art ihrer Wirkungsweise in Milch und Milchproducten in folgende Hauptgruppen ein:

1. Milchsäurebakterien. Ueberläßt man eine frische Milch sich selbst, so ist sie nach 2—4 Tagen schön gleichmäßig

erstarrt, geronnen, und dabei stark sauer geworden. Diese Gerinnung ist das Werk der sog. Milchsäurebakterien. Es giebt nämlich nicht eine, sondern eine ganze Anzahl von Bakterien, welche die Eigenthümlichkeit besitzen, den Milchzucker zu vergähren. d. h. in Kohlensäure und Milchsäure zu zersetzen. Ein gewisser Säuregrad der Milch bedingt nun bekanntlich deren Erstarren, so z. B., wenn man Milchsäure, Essigsäure u. s. w. hinzusetzt. Die von den Bakterien in der Milch gebildete Milchsäure verursacht daher, sobald sie in hinreichender Menge da ist, die Gerinnung der Milch. Diese Milchsäurebakterien lassen sich eintheilen in specifische Milchsäurebakterien, welche die regelmäßige Ursache der sauren Milch sind, und in facultative Milchsäurebakterien, d. h. solche, die nicht gewöhnlich in saurer Milch sich vorfinden, jedoch auch, wenn man sie in sterile Milch verimpft, Milchsäure erzeugen können. Sie sind also keine eigentlichen Milchsäurebakterien, sondern gehören zur Gruppe derjenigen Bakterien, die mehr zufällig in die Milch hineingelangen können. Dieselben haben indessen für uns kein weiteres praktisches Interesse.

Als Hauptrepräsentant der Milchsäurebakterien nennt man gewöhnlich den Milchsäurebacillus von Hueppe, den dieser Gelehrte einem eingehenden Studium unterwarf. Die Form dieses Bacillus ist die eines kurzen, plumpen Stäbchens von 1—1,7 μ Länge und 0,3—0,4 μ Dicke. Er wächst zwischen 10° C. und 45° C., am schnellsten bei 35° C. In sterile Milch verimpft ruft er bei 25°—30° C. innerhalb 15 Stunden ein gleichmäßiges Erstarren hervor. Die geronnene Milch wird in der Folge nicht mehr flüssig. Ueberhaupt besitzen die eigentlichen Milchsäurebakterien nicht die Eigenschaft, die geronnene Milch wieder aufzulösen und dieselben verflüssigen auch selten die Gelatine. In der Praxis sieht man freilich öfters eine geronnene Milch mit der Zeit wieder flüssig werden und dabei einen schlechten Geruch und Geschmack annehmen; es ist dieses aber das Werk anderer Bakterien, welche sich

später entwickeln und deren Thätigkeit wir weiter unten besprechen werden.

Wir nennen ferner den Milchsäurebacillus von Grotenfelt, der außer Milchsäure und Kohlensäure auch Alkohol bildet, das Bakterium acidi lactici Grotenfelt, den Mikrokokkus lactis I Hueppe, den Mikrokokkus lactis II Hueppe, den Mikrokokkus acidi lactici Marpmann, den Sphaerokokkus acidi lactici Marpmann, das Bakterium limbatum acidi lactici Marpmann, den Mikrokokkus acidi lactici Krueger, der die Gelatine verflüssigt und den Streptokokkus acidi lactici Grotenfelt. Damit wäre die Liste derselben jedoch bei weitem nicht erschöpft und mit der Zeit werden jedenfalls noch viele neue Arten hinzutreten. Im Emmenthaler Käse z. B. habe ich mehrere noch nicht beschriebene Milchsäurebacillen und Kokken gefunden. Noch hinzuzufügen wäre, daß diese eigentlichen Milchsäurebakterien gewöhnlich keine Sporen bilden und daher gegen Wärme nicht sehr widerstandsfähig sind; eine Temperatur von ca. 70° C. tödtet sie meistens ab. Diese Bakterien nun sind schädlich, wenn es sich um Aufbewahrung der Milch handelt, denn sie sind die Ursache der spontanen Gerinnung derselben; auch wenn sie dieselbe noch nicht zum Gerinnen gebracht haben, können sie sie bereits so weit angesäuert haben, daß sie das Kochen nicht mehr verträgt, sondern dabei flockig gerinnt, eine den Hausfrauen nur zu oft begegnende Unannehmlichkeit. In einigen Fällen jedoch sind sie nutzbringend, da nämlich, wo ein theilweises Sauerwerden der Milch zur Herstellung eines Milchpräparates erforderlich ist. So wird z. B. in Deutschland und in Frankreich fast alle Butter aus leicht sauer gewordenem Rahme hergestellt und auch bei uns hat sich dieses Verfahren eingebürgert, wenn die Butter exportirt wird, z. B. nach Paris, indem eine solche Butter haltbarer ist und dem Geschmack der dortigen Consumenten besser zuspricht. Das Verfahren ist bekannt. Man setzt zu dem Rahme eine geringe Menge leicht sauer gewordener

Milch hinzu und läßt ihn bis zum anderen Tage stehen. Der Rahm ist dann leicht angesäuert und zum Verbuttern bereit. Um jeden Tag saure Milch, den sog. Säurewecker, im richtigen Stadium zu haben, muß man jedesmal 1 oder 2 Liter derselben zu frischer oder noch besser pasteurisirter (über das Pasteurisiren sprechen wir später) Milch oder auch Magermilch zusetzen; diese Milch wird dann am folgenden Tag als Säurewecker für den Rahm gebraucht. Damit nun die Butter gut werde, muß diese Ansäuerung eine richtige sein, und da dieselbe von Bakterien verursacht wird, hängt alles von der Natur der Letzteren ab. Enthält z. B. der Säurewecker Bakterien, welche in der Milch schlecht riechende Producte bilden, so wird dem Rahme auch ein schlechter Geruch und Geschmack sich mittheilen. Man muß daher trachten, im Säurewecker nur solche Bakterien zu haben, welche im Gegentheil eine richtige Säuerung und ein gutes Aroma bewirken. Es ist denn auch Weigmann in Kiel gelungen, eine solche Bakterie zu finden und durch Benutzung von Reinculturen derselben Butter sehr guter Qualität herzustellen. Das Verfahren bleibt das gleiche, nur benutzt man als ersten Säurewecker nicht eine von selbst sauer gewordene Milch, sondern eine solche, die man durch Zuthat einer Reincultur sauer hat werden lassen. Nach Vorschrift Weigmann's soll die Milch, die dazu benutzt wird (Magermilch), vorher pasteurisirt werden, damit die hinzugesetzten Bakterien nicht etwa Gefahr laufen, von den in der benutzten Milch bereits vorhandenen Bakterien unterdrückt zu werden. Indem man nun Tag für Tag mit dem fertigen Säurewecker einen neuen Säurewecker für den folgenden Tag bereitet, gelingt es, dem Producte Gleichmäßigkeit und gute Qualität zu verleihen. Jedenfalls ist Weigmann's Bakterie (ein Kokkus) nicht die einzige Bakterienart, die richtige Säuerung hervorbringt, und man wird wohl noch andere finden, die vielleicht dem Geschmacke gewisser Städte oder Länder noch besser zusagen. Hier hätten wir also ein Beispiel, wie in der Milchwirthschaft Bakterien eine nützliche Rolle spielen und für diesen Zweck benutzt werden können.

Leider ist das Gegentheil auch häufig der Fall, und es giebt auch unter den Milchsäurebakterien solche, welche besonders bei unserer Käseindustrie unheilvolle Wirkungen ausüben können. Es sind dieses diejenigen Bakterien, welche den Milchzucker mit solcher Energie spalten, daß dabei die Gasproduction eine stürmische wird. Impft man z. B. eine dieser Bakterien in Milchzuckerbouillon, so sieht man bei 35° C. schon nach 6 bis 7 Stunden Gasblasen aufsteigen, besonders wenn man den Kolben schüttelt. Es ist nun leicht begreiflich, daß solche Bakterien, wenn sie im Käse in größerer Quantität sich befinden, durch die gebildeten Gase Auftreibung der Käselaibe und eine anormale Lochung bewirken müssen.

Figur 2 macht dieses anschaulich. Der eine Versuchskäse,

a. Käse, aus Milch hergestellt, die mit einem Blähungserreger inficirt worden war. 3 Tage alt.

b. Controlkäse.

a. Schnitt durch den gleichen Käse wie oben.

b. Schnitt durch den Controlkäse.

Fig. 2.

aus 10 Litern Milch hergestellt, ist noch normal; der zweite der beim Laben eine Cultur einer solchen Bakterienart zugesetzt erhalten hatte, war nach 3 Tagen bereits stark gebläht.

Diese Bakteriengruppe zählt jedenfalls viele Repräsentanten die noch lange nicht alle näher studirt worden sind. Am häufigsten habe ich hier in geblähten Käsen den von mir Bacillus Schafferi benannten Mikroorganismus*) gefunden Auch in sog. nisserigen Käsen fand ich ihn, und konnte ich mit demselben sowohl geblähte als nisserige Käse herstellen. Sind nämlich die Bakterien mehr haufenweise und an verschiedenen Stellen gelagert, so werden sie größere Löcher bilden, sind sie sehr gleichmäßig und zahlreich in der Milch vertheilt, so befindet sich so zu sagen in jedem Punkte des Käses ein Keim, der Blähung bildet, daher die unzähligen kleinen Löcher. Sie liegen aber so nahe bei einander, daß sie nicht größere Dimensionen annehmen können. Es ist dieses ein ähnliches Vorkommniß wie bei zu dicht besäeten Gelatineplatten, auf welchen die Bakteriencolonien geringe Dimensionen zeigen, während sie auf weniger dicht besäeten sich weiter ausbreiten. Dieser Bacillus scheint weit verbreitet zu sein und ich habe ihn z. B. auch auf Kartoffeln gefunden. Daher wird man besser thun, das hie und da geübte Verfahren, die Hände vor dem Melken mit Kartoffelbrei einzuschmieren, zu verlassen, da sonst auf diese Weise der ungebetene Gast in die Milch hineingebracht werden könnte. Schon früher hatte übrigens Dr. Schaffer, Kantonschemiker in Bern, in mündlichen Vorträgen gegen diese unreinliche Gewohnheit gewarnt und ich habe daher diesen Bacillus nach ihm benannt.

Dieser Bacillus Schafferi ist jedenfalls verwandt mit den im Darme stets gegenwärtigen Bakterienarten, die man Bacterium coli commune genannt hat; dieses rechtfertigt daher die Beobachtung strengster Reinlichkeit beim Melken, damit nicht die Milch mit Kuhmist verunreinigt werde.

Andere gasbildende Milchsäurebakterien sind gleichzeitig Erreger von Euterentzündungen beim Rindvieh und sind für uns insofern von großem Interesse, weil sich aus dieser Thatsache ergiebt, daß euterkranke Kühe eine Milch liefern

*) Landwirthsch. Jahrbuch der Schweiz, 1890, Band IV, pag. 17.

können, welche wegen der Gegenwart dieser Bakterien für die Käsefabrikation untauglich ist. Daher die Nothwendigkeit sorgfältiger Untersuchung der die Milch liefernden Thiere sobald Blähungen im Käse sich zeigen. Zu solchen Bakterien rechnen wir drei von Prof. Guillebeau bei Euterentzündungen gefundene Bacillen (Bacillus Guillebeau a. b. und c.), von denen ich feststellte, daß sie starke Blähung der damit angesteckten Käse verursachen. Ferner zwei Mikrokokkenarten, welche Adametz in Sornthal fand, wo sie auch Blähungen der Käse verursacht hatten und welche auch zu den Erregern der Euterentzündungen von ihm gerechnet werden, sowie noch eine Reihe anderer Kokken und Streptokokken (Adametz, Macé, Hueppe), die bei Euterentzündungen angetroffen wurden. Zwar fehlt bei einem Theile dieser letzteren noch der experimentelle Nachweis, daß sie in der Käsemasse eingeschlossen, dieselbe auch wirklich zum Blähen bringen können, sehr wahrscheinlich ist es jedoch, da sie in der Milch meist lebhafte Gährungserscheinungen hervorbringen.

Damit wäre jedoch die Reihe derjenigen Bakterien, die Blähung der Käse hervorbringen, noch nicht geschlossen. Außer den genannten, die hauptsächlich den Milchzucker in Milchsäure und Kohlensäure spalten, giebt es noch eine Reihe von Bakterien, welche bei ihren Zersetzungen große Mengen anderer Gase bilden, z. B. Wasserstoff, und daher auch, wenn dieses zu energisch vor sich geht, Blähungen verursachen können. Sie gehören eigentlich zu anderen Bakteriengruppen, wir können sie indessen hier im Zusammenhange mit der Frage der Käseblähung wenigstens erwähnen. So z. B. zwei von Weigmann in Milch gefundene und näher untersuchte Bacillen, welche bei seinen Versuchen taubeneigroße Löcher in kleinen Käsen verursachten, ferner der Bacillus actinobacter polymorphus von Duclaux und verschiedene Bacillenarten, die der gleiche Forscher in Weichkäsen gefunden hat.

Endlich können auch Hefearten in der Käsemasse Gährungserscheinungen hervorbringen, jedoch wie es scheint, nur

in Weichkäsen, da Hartkäse für sie kein günstiger Nährboden ist. Wir werden später einige dieser Hefen kennen lernen.

2. Fermente des Caseïns. Eine zweite, sehr zahlreiche Gruppe von Bakterien bringt auch die Milch zum Gerinnen, jedoch ohne Säurebildung, sondern indem sie in der Milch eine Art Labferment produciren. Züchtet man diese Bakterien z. B. in Bouillon und entfernt man sie mittelst Filtration durch Thonfilter, so kann man durch Zusatz der Culturflüssigkeit zu Milch letztere labartig zum Gerinnen bringen. Von einer Art (Tyrothrix tenuis) z. B. fand Duclaux, daß sie in Milch bei 37° C. gezüchtet, in elf Minuten das Dreißigfache des eigenen Gewichtes an Milch zum Erstarren zu bringen vermag und in zwei Stunden das 120fache; Conn gelang es auch, aus den Culturen einer anderen Art dieses Labferment in Form eines Pulvers zu isoliren, welches ähnlich wie Lab wirkte. Diese Bakterien haben ferner die Eigenthümlichkeit, daß sie die geronnene Milch in der Folge vermittelst eines zweiten Fermentes wieder auflösen. Dieses zweite Ferment nannte Duclaux Casease und dasselbe spielt wahrscheinlich bei der Reifung des Käses eine wichtige Rolle, indem die eigenthümlichen Veränderungen, die das Caseïn beim Reifen durchmacht, der Einwirkung desselben zuzuschreiben wären. Indessen begnügen sie sich nicht, in der erwähnten Weise auf das Caseïn einzuwirken (Gerinnung und Lösung), sondern zersetzen es weiter in mannigfaltiger Weise, wobei verschiedene Körper wie Peptone, Leucin, Tyrosin, Ammoniak, Buttersäure u. s. w. gebildet werden. Buttersäure findet man sehr häufig bei diesen Gährungen und man hat sogar eine besondere Gruppe der sog. Buttersäurebildner aufgestellt. Indessen ist diese Eintheilung kaum gerechtfertigt. Die Buttersäuregährung ist nämlich kein einheitlicher Proceß, sondern mehr eine Begleiterscheinung sehr verschiedener Zersetzungen des Eiweißes und auch des Milchzuckers und ist nur ein Endproduct der Gährungen, wie Leucin, Tyrosin und Ammoniak. Man kann daher die Gruppe

aller obenerwähnten Bakterien nach dem Vorgange Duclaux's als Fermente des Caseïns im Allgemeinen bezeichnen Sie gehören meist zu den Bacillen und besitzen vielfach Sporen, die oft ganz unglaublich widerstandsfähig sind. So können z. B. die Sporen des erwähnten Tyrothrix tenuis eine Temperatur von 115° C. — 120° C. etwa eine Minute lang vertragen. Diese Arten sind es besonders, welche eine vollkommene Sterilisirung der Milch, von der wir später sprechen werden, erschweren. Wir können hier unmöglich alle dazu gehörigen Arten näher in's Auge fassen, denn es giebt deren eine Unzahl, die meist noch wenig untersucht worden sind. Am besten kennt man die von Duclaux in Cantalkäsen gefundenen und von ihm Tyrothrix genannten Arten (Tyrothrix tenuis, filiformis, distortus, geniculatus, turgidus, scaber, virgula, urocephalum claviformis, catenula), deren Wirkungen in der Milch er genau studirte. Dann viele der sog. Heu- und Kartoffelbacillen, unzählige Bacillenarten, die man so benannt hat, weil man sie zuerst in Heuaufgüssen und auf Kartoffeln fand, die aber eigentlich nichts anderes sind als überall weitverbreitete Bewohner der Erdoberfläche, ferner die von verschiedenen Forschern beschriebenen vielen Buttersäurebildner u. A. m.

Wir haben gesagt, daß diese Bakterien wahrscheinlich bei dem Reifungsprocesse des Käses eine Hauptrolle spielen. Daß überhaupt Bakterien daran Theil nehmen, kann jetzt mit Sicherheit angenommen werden, wie eine Reihe von Arbeiten es beweist. So haben bereits vor mehreren Jahren Dr. Schaffer und Dr. Bondzynski gezeigt, daß Käse aus gekochter Milch, also von Bakterien befreite Käse, gar nicht reifen; ebenso zeigte Adametz, daß Käse, denen man bakterientödtende Substanzen wie Kreolin und Thymol zusetzte, ebenfalls keinen Reifungsproceß durchmachten; in einer Reihe von Versuchen endlich habe ich nachgewiesen, daß wenn man die Milch vor dem Verkäsen pasteurisirt, was ebenfalls die meisten Bakterien abtödtet (siehe später) die Reifung fast

regelmäßig ausbleibt. Daraus ergiebt sich wohl, daß ohne Bakterien keine Reifung eintritt. Ob nun diese Reifung bloß von den obenerwähnten sog. Fermenten des Caseïns besorgt wird, oder ob es vielleicht noch andere zur Stunde unbekannte und noch nicht cultivirte specifische Käsebakterien giebt, welche also die eigentlichen Fermente des Caseïns wären, ist noch eine offene Frage. Für erstere Ansicht spräche der Umstand, daß in den Culturen der erwähnten Bakterienarten gleiche Producte sich bilden wie bei der Käsereifung (Leucin, Tyrosin u. s. w.); für die zweite Ansicht die Thatsache, daß es bis jetzt wenigstens nicht gelungen ist, durch Zusatz solcher Bakterien zum Käse eine schnellere oder bessere Reifung zu erzielen. Wahrscheinlich ist der Reifungsproceß ein Vorgang sehr complicirter Natur, bei welchem verschiedene Factoren mitwirken müssen.

3. Blaue Milch. Eine öfters beobachtete Krankheit der Milch ist das Erscheinen blauer Flecken auf derselben, welche entweder auf einzelne Stellen der Oberfläche beschränkt bleiben oder auch dieselbe ganz überziehen. Je nach der Temperatur vollzieht sich diese Erscheinung innerhalb 24—72 Stunden. Schon 1838 haben Steinhoff und 1841 Fuchs gezeigt, daß dieser Milchfehler übertragbar ist und Letzterer wies in solcher Milch die Gegenwart eines bestimmten Mikroorganismus nach, den er jedoch nicht künstlich züchten konnte, weil die bakteriologischen Methoden damals noch zu unvollständig waren. Diese Bakterie, Bacillus cyanogenus genannt, wurde in der Folge besonders von Neelsen, Hueppe, Heim und Gessard studirt. Dieser Bacillus ist lebhaft beweglich, 1—4 μ lang und 0,3—0,5 μ breit. Die Gelatine verflüssigt er nicht, färbt sie aber dunkel. Das von ihm verursachte Blauwerden der Milch ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, die uns ein hübsches Beispiel der sog. Symbiose der Bakterien bieten, d. h. eines in einigen Fällen nothwendigen Zusammenlebens mehrerer Arten zur Hervorbringung gewisser Erscheinungen. Säet man nämlich diesen Bacillus

in sterile Milch ein, so wird die Milch nur schmutzig grau und nicht blau. Nur in nicht sterilisirter Milch treten die blauen Flecken auf und dieses rührt davon her, daß der blaue Farbstoff bloß in Gegenwart von Säure sich bildet. In nicht sterilisirter Milch aber wird von den stets in derselben gegenwärtigen Milchsäurebakterien Milchsäure gebildet und diese benutzt nun unser Bacillus, um seinen Farbstoff zu produciren. In sterilisirter Milch dagegen fehlen die Milchsäurebakterien, daher auch die Säure, und die blauen Flecken treten nicht auf. Auch ist es nicht das Gleiche, wenn man einer sterilisirten Milch etwa von Anfang an eine ziemliche Dosis Säure zusetzt; in diesem Falle wächst der Bacillus cyanogenus nicht, weil er nicht einen Ueberschuß von Säure verträgt. In der rohen Milch dagegen verbraucht er die Säure alsbald wie sie sich eben bildet, so daß eine Anhäufung derselben nicht stattfindet und die Nährflüssigkeit daher stets eine günstige Reaction behält. Will man das Blauwerden in sterilisirter Milch möglich machen, so muß man derselben eine neutrale Substanz beifügen, aus der der Bacillus die ihm nöthige Säure allmälig selbst bilden kann, denn allein kann er den Milchzucker nicht in Milchsäure umsetzen. Fügt man z. B. Glykose hinzu, so vergährt er dieselbe unter Säurebildung und die blaue Färbung tritt auf. Dieser Organismus wird durch eine Temperatur von 80° C. in einer Minute abgetödtet. Gegen 10% Sodalösung und 5% Natronlauge hingegen ist er sehr widerstandsfähig. Das Eintrocknen verträgt er auch gut.

4. Rothe Milch. Auch rothe Milch kann auf die Thätigkeit von Bakterien zurückgeführt werden. Ich sage „kann", denn es giebt auch Fälle, in welchen die Milch röthlich ist, ohne daß Bakterien im Spiele sind. Es ist dieses der Fall, wenn Kühe an Euterentzündungen leiden und in Folge dessen die Milch mit etwas Blut vermischt ist. Hier aber ist die Milch schon gleich nach dem Melken röthlich und giebt beim Stehen einen rothen Bodensatz. Sind dagegen Bakterien die Ursache dieser Erscheinung, so tritt die rothe

Farbe erst später auf, dann nämlich wenn die ansteckenden Bakterien, die von außen her hineingelangt sind, Zeit gehabt haben sich zu vermehren und ihren Farbstoff zu bilden.

Es giebt verschiedene Bakterien, denen diese Fähigkeit zukommt.

a) Bacillus prodigiosus. Dieser Bacillus erzeugt nur auf der Oberfläche der Milch rothe Flecken. Die übrige Milch bleibt farblos. Er besteht aus kurzen Stäbchen, die unbeweglich sind. Auch auf anderen Substanzen, besonders auf Kartoffeln, erzeugt er einen intensiven rothen Farbstoff. Auch ein labartiges Ferment wird von ihm producirt wie Gorini nachgewiesen hat. Die Gelatine wird von ihm verflüssigt.

b) Sarcina rosea Menge, die Rosasarcine. In sterilisirte Milch eingesäet, wächst diese Bakterie auf der Oberfläche und verleiht zunächst der Rahmschicht eine rothe Farbe, die allmälig auch den Rest der Milch ergreift.

c. Sarcina rosea Schröter. Diese Bakterienart färbt die Milch mehr braunroth.

d) Bacterium lactis erythrogenes. Rothes Milchbakterium. Dasselbe wurde von Hueppe aus rother Milch isolirt. Seine Länge beträgt ca. 1,0—1,4 μ, seine Breite 0,3—0,4 μ. Es verflüssigt die Gelatine und färbt sie roth. Es ist unbeweglich. In Milch eingesäet bewirkt es Ausscheidung und Peptonisirung des Caseïns bei neutraler Reaction. Die Rahmschicht wird nicht roth, wohl aber das darunter befindliche Serum. Eigenthümlich ist, daß der Farbstoff nur im Dunkeln sich bildet.

5. Gelbe Milch. Mehrere Bakterienarten können auch eine gelbe Verfärbung der Milch hervorbringen. Am bekanntesten ist der sog. Bacillus synxanthus Schröter. Denselben fand man in gekochter Milch, die eine gelbe Farbe angenommen hatte. Es ist ein bewegliches Kurzstäbchen, welches das Caseïn durch ein Labferment zum Gerinnen bringt und dann wieder auflöst, wobei die gelbe Verfärbung auftritt. Derselbe gehört also eigentlich zu den Fermenten des

Caseïns und es wird ihm nur wegen der eigenthümlichen Farbbildung ein besonderer Platz angewiesen Nach meinen Erfahrungen besitzen jedoch noch viele Bakterien, meist Fäulnißbakterien, die Fähigkeit, diese Verfärbung der Milch herbeizuführen. In der Praxis ist diese Erscheinung wohl seltener, weil die Milch gewöhnlich nicht lange genug aufbewahrt wird, damit diese Zersetzungen sich vollziehen.

6. Bittere Milch. Ein häufig beobachteter Milchfehler ist die Bitterkeit der Milch. Oefters freilich rührt dieser Fehler von verschiedenen Futtermitteln her. Jedoch besitzen auch gewisse Bakterien die Fähigkeit, bitteren Geschmack in der Milch hervorzubringen, indem sie Bitterstoffe, z. B. Pepton, bilden. Es ist dieses indessen ein rein äußerliches Merkmal wie die Bildung von Buttersäure und es ist daher kaum gerechtfertigt, deswegen eine besondere Bakteriengruppe aufzustellen. Aus Gründen der Uebersichtlichkeit mag es dagegen stattfinden. Die meisten dieser Bakterien gehören zur Gruppe der früher besprochenen Caseïnfermente und man hat bis jetzt namentlich folgende Arten hervorgehoben:

a) Weigmann's Bacillus der bitteren Milch. 1,5—1,8 μ lange und 0,9—1,1 μ breite Stäbchen, wenig beweglich, bilden Sporen. In sterilisirte Milch eingesäet, bringt er bereits nach 24 Stunden einen sehr stark bitteren Geschmack hervor. Ein mit diesem Bacillus inficirter Käse schmeckte nicht bitter; diese Bakterie scheint also im Käse sich nicht zu vermehren.

b) Conn's Mikrokokkus der bitteren Milch. Derselbe wurde aus bitterem Rahme gezüchtet. Er ist aërob, verflüssigt die Gelatine und macht dieselbe schleimig. Die Milch, in welche er eingesäet wird, gerinnt, infolge Bildung eines Labfermentes, löst sich aber später wieder theilweise auf. Schleimig wird die Milch nicht wie die Gelatine. Der Geschmack derselben ist stark bitter.

c) Tyrothrix geniculatus, ein von Duclaux in

Weichkäsen gefundener Bacillus, der Milch und Weichkäse bitter macht.

Damit wäre indessen die Liste der Bakterien, welche die Milch bitter machen können, lange nicht erschöpft, denn diese Fähigkeit kommt vielen Mikroorganismen zu. Eigenthümlich ist, daß ein bitterer Geschmack meist in gekochter Milch auftritt, die eine Zeit lang gestanden ist. Es kommt dieses daher, daß die Bakterien der bitteren Milch, wie bereits gesagt, meist zu den Caseïnfermenten gehören. Wir wissen aber, daß ein großer Theil der letzteren sich durch bedeutende Widerstandskraft (Sporen) auszeichnen. Wird nun eine Milch aufgekocht, so sterben die Milchsäurebakterien und die am Leben gebliebenen Sporen der Bakterien der bitteren Milch keimen aus und vermehren sich stark. In roher Milch dagegen werden sie leicht von den Milchsäurebakterien verdrängt.

7. Fadenziehende Milch. Das Fadenziehen oder Schleimigwerden der Milch ist eine häufig auftretende Erscheinung, die sich darin äußert, daß 12—14 Stunden nach dem Melken die Milch und besonders der Rahm eine zähe Beschaffenheit annimmt, die oft so ausgesprochen ist, daß wenn man den Finger oder einen Glasstab eintaucht, die Milch in lange Fäden sich ausziehen läßt. Diese Veränderung der Milch wird auch von Bakterien hervorgerufen und ist leicht übertragbar. Meist wird sie als Milchfehler sehr gefürchtet, besonders bei uns in der Schweiz, wo eine solche Milch nicht gerne bei der Käsefabrication verwendet wird; in anderen Ländern dagegen wird bei der Herstellung gewisser Milchpräparate eine fadenziehende Beschaffenheit der Milch gewünscht und künstlich hervorgerufen, so bei der Bereitung der langen Milch in Norwegen und des Edamer Käses.

Es giebt nun eine ganze Anzahl von Bakterien, welche die Milch fadenziehend machen können; wir wollen hier kurz diejenigen beschreiben, welche bisher genauer studirt worden sind.

a) Der erste, welcher fadenziehende Milch bakteriologisch

untersuchte, ist Schmidt-Mülheim (1883). In einer solchen Milch sah er eine außerordentlich große Menge von Kokken, mit einem Durchmesser von 1 μ. Dieselben waren beweglich und waren theils isolirt, theils in Kettenform. Die Milch reagirte sauer. Leider hat er sie nicht gezüchtet, so daß eine Identificirung mit den später cultivirten Arten nicht möglich ist.

b) Duclaux beschreibt zwei Bakterienarten, Actinobacter der schleimigen Milch und Actinobacter polymorphus, welche ebenfalls die Milch schleimig machen. Beide besitzen eine sog. Kapsel.

c) Aus Milch züchtete Loeffler einen Bacillus (Bacillus lactis pituitosi), welcher sterilisirte Milch schleimig macht. Er beschreibt ihn als dicke, leicht gebogene Stäbchen, welche die Gelatine nicht verflüssigen. Bei Zimmertemperatur wächst er mäßig schnell, so daß in der Praxis seine Rolle wohl kaum eine bedeutende ist.

d) Bacillus lactis viscosus Adametz. Aus dem Wasser zweier Bäche bei Wien züchtete Adametz einen Bacillus, der die Milch sehr stark fadenziehend machte. Er fand ihn ebenfalls in den Abwässern mehrerer Fabriken. Dieser Mikroorganismus hat die Form kurzer Stäbchen, 1,25—1,75 μ lang und 1,10—1,35 μ breit. Gelatine verflüssigt er nicht. Er ist sehr luftbedürftig. In sterile Milch eingesäet, macht er sie erst nach einigen Tagen schleimig. Stark fadenziehend wird sie indessen bei Zimmertemperatur erst nach längerer Zeit. Dieser Umstand macht es wahrscheinlich, daß der erwähnte Bacillus wohl nie die Ursache des in der Praxis beobachteten Schleimigwerdens der Milch sein kann, da sie ja nie so lange aufbewahrt wird. Sein Studium hat daher mehr ein theoretisches Interesse.

e) Auch eine ganze Schaar der sog. Kartoffelbacillen, welche, wie früher erwähnt, zur Gruppe der Eiweißfermente gehören, sind im Stande, der Milch eine schleimige Beschaffen-

heit zu verleihen. Eigentlich fadenziehend, d. h. in lange Fäden ausziehbar, wird sie jedoch dabei nicht.

f) Micrococcus der langen Wei. In Holland verwendet man bei der Fabrication des Edamer Käses eine fadenziehende Molkenflüssigkeit. Aus derselben züchtete Weigmann einen Kokkus, der dieses Fadenziehen erzeugt. Derselbe tritt oft in Kettenform auf, weshalb er auch Streptococcus hollandicus genannt wird. Er verflüssigt die Gelatine nicht. In sterilisirte Milch übertragen, macht er sie bei 25° C. bereits in 12—15 Stunden fadenziehend, gleichzeitig wird die Milch sauer.

g) Auch in Norwegen wird aus fadenziehender Milch ein eigenartiges Milchpräparat hergestellt, welches dort vielfach als Nahrungsmittel dient, das sog. Tättemyelk. Diese lange Milch wird dadurch gewonnen, daß man der Milch Blätter der Pinguicula vulgaris zusetzt oder auch dieselben an die Kühe verfüttert. Auf diesen Blättern hat man nun einen Mikroorganismus gefunden, der die Milch fadenziehend macht und vielleicht mit demjenigen der langen Wei identisch ist. In diesem Falle dient die erwähnte Pflanze als Träger des specifischen Mikroorganismus.

h) Ferner hat Schütz aus einer schleimigen Milch einen besonderen Kokkus isolirt, der indessen in der Praxis keine große Rolle zu spielen scheint.

i) Auch der früher erwähnte Bacillus Guillebeau c macht die Milch stark fadenziehend. Da derselbe sich bei Eutererkrankungen vorfindet, so wird in diesem Falle die Milch nicht erst nachträglich fadenziehend, sondern besitzt diesen Fehler schon beim Melken.

j) Wohl einer der häufigsten Erreger der fadenziehenden Milch, wenigstens bei uns in der Schweiz, ist der von Prof. Guillebeau gefundene Mikrokokkus (von ihm Micrococcus Freudenreichii benannt). Derselbe wurde in der Nähe von Bern in einer Milchhandlung gefunden, in welcher die Milch lange Zeit fadenziehend wurde. Seither habe ich ihn in sehr

vielen Proben fadenziehender Milch aus den Cantonen Bern und Solothurn wieder angetroffen, so daß er hier wenigstens wohl die Hauptursache dieses Milchfehlers ist. Er erscheint als runder, großer Kokkus von 2 μ Durchmesser und mehr, er ist unbeweglich und verflüssigt die Gelatine. In sterilisirter Milch gedeiht er am besten bei 20° C. und macht sie in kurzer Zeit so stark fadenziehend, daß sie sich in dünnste Fäden von $^1/_2$—1 Meter Länge ausziehen läßt. In nicht sterilisirter Milch ist diese auffällige Veränderung bereits nach fünf Stunden deutlich bemerkbar. Dieser Kokkus bleibt lange entwickelungsfähig. So konnte er aus Milch, die im März inficirt worden war, noch im September gezüchtet werden. Diese Eigenschaften erklären es, daß er in Stallungen günstige Lebensbedingungen vorfindet und nur mit Mühe wieder vertrieben werden kann. Aus Versuchen von Prof. Guillebeau ergiebt sich, daß derselbe in das Euter eingebracht, dortselbst nur schwer am Leben bleibt. Er gehört demnach nicht zu den pathogenen Arten und in der Praxis wird man die Ursache der fadenziehenden Milch nur selten in einer Euterkrankheit suchen, sondern fast stets eine Verunreinigung beim Melken oder nach demselben anzunehmen haben. Der Siedehitze zwei Minuten lang ausgesetzt, stirbt dieser Mikroorganismus ab. Dagegen verträgt er das Austrocknen drei Tage lang. Fadenziehende Milch wird bei uns von der Käsefabrication ausgeschlossen. Ich habe zwar nicht beobachten können, daß dieselbe Blähung verursacht, was auch wenig wahrscheinlich ist, da dieser Kokkus keine merkliche Gasbildung erzeugt; jedoch ist leicht denkbar, daß eine solche zähe gewordene Milch der richtigen Verarbeitung des Bruches hinderlich ist und zur Bildung von sog. Nestern Anlaß geben könnte. Tritt daher diese Milchkrankheit in einer Stallung auf, so muß man durch geeignete Desinfectionsmaßregeln sie bekämpfen. Darüber indessen später im Capitel über Desinfection.

k) Bacterium Hessii. Auf einer Bergweide im

Emmenthal (Canton Bern) fand der gleiche Forscher einen zweiten Mikroorganismus, der auch die Fähigkeit besaß, den Rahm schwach fadenziehend zu machen. Es ist dieser ein sehr bewegliches Stäbchen, 3—5 μ lang und 1,2 μ breit, welches auch Brühe schleimig macht. Dasselbe verflüssigt die Gelatine. Sobald indessen die Milch leicht sauer wird, vergeht die fadenziehende Beschaffenheit derselben. In der Praxis wird daher diese Bakterie keine bleibende fadenziehende Milch verursachen können.

Wenn auch, wie wir sehen, bereits viele Beobachtungen über fadenziehende Milch und die Bakterien, die sie verursachen, vorliegen, so ist der innere Vorgang bei dieser Erscheinung noch wenig bekannt. Es bleibt spätern Untersuchungen vorbehalten, genau festzustellen, wie diese Veränderungen der Milch zu erklären sind. In einigen Fällen mögen die Bakterien die Substanzen der Milch selber so verändern, daß sie schleimig werden, in andern Fällen scheiden sie vielleicht eine schleimige Substanz aus (die Kapselbildung beim Actinobacter Duclaux z. B. spricht dafür), welche sich in der Milch vertheilt und dieselbe zu einer zähen, fadenziehenden Flüssigkeit macht.

Andere Mikroorganismen in der Milch.

Bisher ist bloß von den in der Milch häufiger anzutreffenden Bakterien die Rede gewesen. Es giebt aber auch Hefearten und Pilze, die auf dieselbe in verschiedener Weise einwirken können.

Die meisten Hefezellen, welche in die Milch gelangen, bringen keine nennenswerthen Veränderungen in derselben hervor. In letzterer Zeit jedoch sind einige Hefearten gefunden worden, welche den Milchzucker unter Bildung von Alkohol und Kohlensäure vergähren können. Zunächst beschrieb Duclaux eine solche Hefe, Saccharomyces lactis. Später fand Grotenfelt eine andere Hefe, welche Milch zum

Gerinnen bringt. Alkohol wird auch von ihr gebildet, aber in sehr geringer Menge. Diejenige von Duclaux dagegen bildet wenig Milchsäure, aber sehr viel Alkohol. Kayser ebenfalls beschrieb eine andere Hefe, welche die Milch stark vergährt. Auch Adametz, Weigmann und Mix haben ähnliche Hefearten beschrieben. Zu diesen Hefen gehört auch die Hefe, die im sog. Kephir sich vorfindet. Es ist dieses ein aus dem Kaukasus herstammendes, mit dem Kumyß verwandtes, aus Milch bereitetes Getränk, welches eine Alkoholgährung durchgemacht hat. Der Kephir wird aus Kuhmilch, der Kumyß aus Stutenmilch hergestellt. Als Gährungserreger dient der Kephirpilz, sog. Kephirkörner, die man in Milch aufquellen läßt, worauf die Milch, in verschlossene Flaschen gebracht, diese eigenthümliche Gährung durchmacht. Diese letztere ist der Thätigkeit der in diesen Kephirkörnern enthaltenen Bakterien zu verdanken, unter welchen sich auch die Kephirhefe findet, welcher die Rolle zufällt, aus dem Milchzucker Alkohol zu bilden. Eigenthümlich ist indessen, daß diese Hefe allein nicht im Stande ist, den Milchzucker zu zersetzen. Sie bedarf dazu der Hilfe anderer Bakterien, welche den Milchzucker in einen für die Hefe angreifbaren Zustand versetzen und gleichzeitig eine Milchsäuregährung bewirken. Der Kephir ist also wieder ein Beispiel einer Symbiose von Bakterien, von der die Rede weiter oben war, deren Endproduct in der Hauptsache Alkohol, Milchsäure und Kohlensäure ist. Der Kephir ist ein erfrischendes und für Kranke sehr geschätztes Getränk.

Eine andere Hefeart ist von Dr. Schaffer auf Käsen einer Käsereigenossenschaft, die von rothen Flecken befallen worden waren, entdeckt worden. Dieselbe wurde von Prof. Demme genauer studirt und Saccharomyces ruber benannt (Rothe Hefe). Nach gründlicher Desinfection der fünf Stallungen, welche als Ursache des Auftretens der Krankheit erkannt worden waren, mittelst Schwefels hörte die Krankheit auf.

Auch eigentliche Schimmelpilze kommen in der Milch vor und können sogar bei der Herstellung von verschiedenen Käsesorten Verwendung finden. So ist z. B. das Penicillium glaucum, ein vielfach verbreiteter Schimmelpilz, dessen graue Rasen jedem bekannt sind, ein Hauptfactor bei der Reifung der Roquefort-Käse. Derselbe wird in großen Massen auf Brod gezüchtet und bei der Käsefabrication dem Käse einverleibt. Derselbe bedingt jedenfalls den Geschmack dieser Käsesorte und von ihm rühren die bekannten grünlichen Adern in diesen Käsen her. Dieselben bestehen aus Ansammlungen dieses Pilzes. Auch bei Weichkäsen, wie bei dem Brie-Käse, spielen Pilze eine Hauptrolle, und man begünstigt ihr Wachsthum auf der Oberfläche, von welcher aus die von ihnen gebildeten Diastasen oder chemische Fermente die Käsemasse durchdringen, indem man solche Käse nicht in gleicher Weise abwäscht und abreibt wie unsere Emmenthaler Käse. Bei diesen letzteren befürchtet man im Gegentheil die Einwirkung der Schimmelpilze, die den eigenthümlichen Geschmack unserer Käse verändern würden, und daher wird die Oberfläche derselben möglichst rein gehalten und gewaschen.

Noch ein Pilz verdient Erwähnung wegen seines häufigen Vorkommens in der Milch und in Milchpräparaten, nämlich das sog. Oïdium lactis, deren Form wir im ersten Theile kurz besprochen haben. Läßt man Milch sauer werden, so bildet sich öfters nach einigen Tagen eine dicke Haut auf der Oberfläche, die fast nur aus den Hyphen und Oïdien dieser Pilzart zusammengesetzt ist.

Futtermittel und Milchfehler.

Wenn wir auch im Vorhergehenden noch lange nicht alle Bakterien kennen gelernt haben, welche auf die eine oder andere Weise auf die Milch einwirken können, so genügen diese Beispiele, um uns zu zeigen, was für Schaden in vielen

Fällen diese kleinen Lebewesen in der Milchwirthschaft anrichten können und wir werden daher im Folgenden die Mittel und Wege untersuchen müssen, durch welche wir uns gegen sie wehren können. Vorher aber wollen wir an der Hand der angeführten Thatsachen noch untersuchen, inwiefern Futtermittel mit Käse- und Milchfehlern in Zusammenhang gebracht werden können. Es ist in der That eine hier zu Lande weit verbreitete Meinung, daß Käsefehler und Milchkrankheiten vom Futter abhängen, und letzterem wird auch gleich die Schuld zugeschoben, sobald Blähungen, Fadenziehen der Milch u. s. w. sich zeigen. Sofern es sich nun um solche Fehler handelt, die gleich beim Melken auffällig sind, wie z. B. Bitterkeit der Milch, ist freilich, wie wir ja schon früher erwähnt haben, zuzugeben, daß die Fütterung die directe Ursache des Milchfehlers sein kann. Insofern es sich aber um erst später auftretende Fehler handelt, wie Blähungen der Käse u. s. w., da haben uns wohl die angeführten Resultate bakteriologischer Forschung mit Sicherheit gezeigt, daß hier nur die Bakterien die directe Ursache sein können, und daß es eine irrige Meinung sein muß, in dem Futter den Grund der Blähung u. s. w. erblicken zu wollen. Jedoch läßt sich eine indirecte Beeinflussung dieser Vorgänge durch die Futtermittel wohl denken, wenn nämlich in Erwägung gezogen wird, daß letztere die schuldigen Bakterien mit sich führen können. So z. B. gelangen, wenn Schlempe, die überaus reich an Gährungsorganismen ist, verfüttert wird, letztere in die Stallluft. Auch können sie den Magen der Kühe passiren und von da in den Koth gelangen, mit welchem sie dann nur zu leicht in die Milch gerathen. Ein anderes Beispiel haben wir bereits anläßlich der Besprechung der fadenziehenden Milch kennen gelernt, welche in gewissen Ländern dadurch erzeugt wird, daß die Pinguicula vulgaris, eine Pflanze, an der die bekannten Bakterien anhaften, verfüttert wird. Mit dem Staube oder dem Kothe gelangen die erwähnten Kokken in die Milch und machen sie fadenziehend. Auf solche

Weise läßt sich vielleicht das Auftreten eines Milchfehlers bei Nahrungsänderungen erklären, aber die directe Ursache bleiben immer die Bakterien.

Haltbarmachung und Sterilisirung der Milch.

So hätten wir denn gesehen, daß die Milch stets mit solchen Keimen verunreinigt ist, welche je nach ihrer Zahl und den Temperaturverhältnissen ein Verderben derselben binnen kürzerer oder längerer Frist herbeiführen müssen, sowie daß sie auch häufig Krankheitskeime enthalten kann, mögen diese von Hause aus in der Milch sich befunden haben, wie die Tuberkelbacillen, oder erst nachträglich in dieselbe gelangt sein, wie Typhus-, Cholerabacillen u. A. m. Diese letzteren wird man zwar fast stets durch Beobachtung größerer Reinlichkeit und geeigneter Maßregeln bei der Anlage der Stallungen (Vermeidung von Infiltrationen von Jauche in Brunnenwasser u. s. w. fernhalten können; ebenso wird man durch Reinlichkeit beim Melken und im Stalle die Zahl der gewöhnlichen Milchbakterien so vermindern können, daß die Milch sich weniger rasch zersetzen und auch weniger oft von Milchfehlern befallen werden wird, indessen wird sich doch, besonders wenn die Milch in den Handel kommt und oft weit transportirt werden muß, das Bedürfniß fühlbar machen, derselben eine größere Haltbarkeit und, wie besonders in der Neuzeit von ärztlicher Seite mit Recht verlangt wird, eine absolute Unschädlichkeit mit Bezug auf die etwa in derselben vorhandenen pathogenen Keime zu verleihen. Diese beiden Postulate decken sich nicht; es kann z. B. eine Milch für die Gesundheit unschädlich gemacht werden, ohne daß sie dadurch für unbegrenzte Zeit haltbar würde, anderseits kann eine Milch für genügend lange Zeit haltbar gemacht sein, ohne daß die pathogenen Keime, die sie enthält, abgetödtet worden wären. Wir werden daher in jedem Falle untersuchen müssen, inwieweit eine bestimmte Methode diesen beiden Bedingungen

Rechnung trägt. Was ferner die Haltbarmachung der Milch anlangt, so werden wir zu unterscheiden haben zwischen einer Haltbarmachung auf unbegrenzte Zeit, sog. Sterilisirung, und einer Haltbarmachung, welche bloß den Zweck zu erfüllen hat, die Milch so lange in gutem Zustande zu conserviren, bis sie in die Hände der Consumenten gelangt, so z. B. die sog. Pasteurisirung.

Um diese Zwecke zu erreichen, giebt es nun nur ein Mittel, nämlich Beseitigung der Bakterien oder wenigstens Hemmung ihrer Thätigkeit; da diese ja die Ursache der Zersetzungen der Milch und der Krankheiten, welche dieselbe übertragen kann, sind. Auf welche Weise läßt sich nun diese bewerkstelligen?

In Betracht können nur physikalische und chemische Agentien kommen.

Wir fangen mit den letzteren an:

I. Chemische Conservirungsmittel.

Wir haben früher gesehen, daß alle Substanzen, die für das lebende Protoplasma ein Gift sind, es auch für die Bakterien sind. Solche Substanzen, der Milch zugesetzt, würden daher auch die Bakterien tödten, es ist aber klar, daß wir von vornherein alle Stoffe ausschließen müssen, welche gesundheitsschädlich sind, da ja dadurch die Milch ganz ungenießbar würde. Gifte wie Sublimat, Carbolsäure u. s. w. sind daher für unsere Zwecke ganz unbrauchbar. Die Substanzen, deren Anwendung als überhaupt denkbar erscheint, können wir in drei Gruppen eintheilen:

a) Stoffe, von denen man erwartet, daß sie als Alkalien die sich bildende Säure binden, neutralisiren und daher die Gerinnung verzögern (kohlensaure Alkalien, einfaches und doppeltkohlensaures Natrium).

b) Mittel, die den Gährungserregern gegenüber hemmend oder abtödtend wirken sollen (z. B. Salicylsäure und Borsäure).

c) Mittel, welche beide Bedingungen erfüllen sollen (z. B. Borax und Aetzkalk).

Ueber letztere Mittel hat Lazarus sehr sorgfältige Versuche veröffentlicht, denen wir das Folgende entnehmen.

Auch diese Mittel können natürlich nur in gewisser Quantität der Milch zugesetzt werden, über die nicht hinausgegangen werden darf, da sie sonst den Geschmack derselben unangenehm beeinflussen oder sie selbst schädlich machen würden, insbesondere für Kinder und Kranke. Als höchste zulässige Dosen bezeichnet Lazarus per Liter:

Soda	3	Gramm
Natrium bicarbonicum	3	„
Borsäure	1—2	„
Salicylsäure	0,75	„
Borax	4	„
Aetzkalk	1,5	„

Wir wollen jedoch gleich bemerken, daß auch solche Dosen mit den meisten Polizeigesetzen in Conflict gerathen würden, und wenn wir dieser hie und da vorgeschlagenen Conservirungsmittel Erwähnung thun, so geschieht es mehr wegen des theoretischen Interesses, welches diese Versuche bieten, als wegen des praktischen Nutzens, der sich daraus ergeben könnte. Wir werden ja im Gegentheil sehen, daß gerade die Resultate, die Lazarus erzielte, gegen die Anwendung chemischer Conservirungsmittel überhaupt sprechen.

Bei seinen Versuchen verfuhr nun Lazarus auf folgende Weise. Die vor seinen Augen gemolkene Milch versetzte er mit den chemischen Zusätzen, deren Wirkung er studiren wollte und vertheilte sie in Portionen von je 10 ccm. Diese letzteren wurden dann sterilisirt und mit Reinculturen verschiedener Bakterien (0,1 ccm Cultur in Bouillon) inficirt. Das gleiche geschah mit Milch ohne Zusatz der betr. chemischen Substanzen und mit nicht sterilisirter, roher Milch, die so reinlich als möglich in sterile Gefäße gemolken worden war. Unmittelbar nach der Einsaat dieser Bakterien wurde eine

Zählung der letzteren vorgenommen und die Reagensgläser dann bei verschiedenen Temperaturen (22° und 35° C.) aufbewahrt und nach 3, 6, 9, 12 und 24 Stunden wiederum untersucht und ihr Bakterienreichthum festgestellt. Auf diese Weise konnte er erfahren, ob der Zusatz der einen oder anderen chemischen Substanz die Vermehrung der Bakterien hemmte oder nicht.

1. Versuche mit Soda und Natrium bicarbonicum. Zunächst fand Lazarus, daß von 64 Milchproben, die auf dem Markte gekauft wurden, 40 mit diesen Substanzen gemengt waren, ein Beweis, daß dieses Verfahren besonders in großen Städten von Milchhändlern häufig angewandt wird, in der Meinung die Milch dadurch besser zu conserviren. Sehen wir uns nun die Resultate der Versuche an: In steriler Milch wurde das Eintreten einer sauren Reaction bei 35° C. um 6—12 Stunden, bei 22° C. um 12—20 Stunden hinausgeschoben. Bei Anwendung nicht sterilisirter Milch dagegen trat Gerinnung meist gleichzeitig in der chemisch behandelten und in der nicht behandelten ein, was mit der Gegenwart von labproducirenden Bakterien, welche nämlich durch Alkalien in ihrem Wachsthum begünstigt werden, zusammenhängt. Was man also auf der einen Seite durch Hemmung der Milchsäurebakterien gewinnt, geht auf der anderen wieder verloren infolge der Begünstigung der Labbakterien, so daß die Milch sich nicht haltbarer zeigt. Was dagegen die Wirkung der Zusätze auf pathogene Bakterien anlangt, so übten diese zwei Mittel keine schädigende Wirkung aus; im Gegentheil wurde das Wachsthum z. B. der Cholerabakterien, denen alkalische Reaction des Nährbodens sehr zusagt, sogar befördert. In den zulässigen Dosen gebraucht, sind also Alkalien gegenüber pathogenen Keimen machtlos und mit Bezug auf Haltbarmachung der Milch von sehr problematischem Nutzen.

2. Salicylsäure. Bei Zusatz von 0,75 Gramm per Liter macht sich schon ein Beigeschmack bemerkbar. Dieses

Mittel verzögert am meisten die Gerinnung der Milch. In sterilisirter Milch, in die der Milchsäurebacillus von Hueppe eingesäet worden war, wurde die Gerinnung um 2—3 Tage aufgeschoben. Die Cholerabacillen wurden dadurch nach 6—24 Stunden abgetödtet, je nach der Temperatur, nicht aber die Typhusbacillen, die kaum in ihrem Wachsthum beeinträchtigt wurden. Die Salicylsäure giebt also gegenüber pathogenen Pilzen nicht volle Sicherheit und überdies sind die Ansichten der Gelehrten über deren Unschädlichkeit gar nicht übereinstimmend. Namentlich in Frankreich wird von ärztlicher Seite gegen den Gebrauch der Salicylsäure zur Conservirung von Nahrungsmitteln angekämpft, weil ihr fortgesetzter Gebrauch auf den Organismus schädlich einwirken könne.

3. Borsäure. Nach A. Mayer soll die Borsäure die Milch ziemlich haltbarer machen. In den Versuchen von Lazarus dagegen entfaltete sie sehr schwache antibakterielle Wirkungen und die Gerinnung trat gleichzeitig in der behandelten und in der nicht behandelten Milch ein. Ganz wirkungslos zeigte sie sich insbesondere gegenüber den pathogenen Keimen.

4. Borax. Dasselbe wirkte schwach antibakteriell, konnte jedoch die Gerinnung der Milch um ca. 24 Stunden hinausschieben. Die Anzahl der pathogenen Keime wurde aber kaum vermindert.

5. Aetzkalk. Dieses Mittel besitzt im Allgemeinen eine energische bakterientödtende Kraft, die es zu Desinfectionszwecken sehr brauchbar macht und man hätte demgemäß erwarten können, daß es conservirend auf die Milch einwirken würde. Lazarus fand es jedoch hier ganz wirkungslos, was sich aus dem Umstande erklärt, daß die in der Milch enthaltenen Carbonate und Phosphate mit dem Aetzkalke unwirksame Verbindungen bilden.

6. Wasserstoffsuperoxyd. Nach Heidenhain soll ein Zusatz von 1 Theil Wasserstoffsuperoxyd auf 10 Theile Milch

deren Haltbarkeit um 3—8 Tage erhöhen, aber solche Dosen können in der Praxis nicht angewandt werden, und überdies ist das Wasserstoffsuperoxyd des Handels selten rein, sondern enthält meist giftiges Chlorbarium.

In der That sind solche chemische Zusätze, auch wenn sie die Haltbarkeit der Milch wirklich erhöhen sollten, nicht empfehlenswerth, da es sehr schwer festzustellen ist, ob eine gegebene Substanz, die auf den ersten Blick als unschädlich erscheint, nicht bei längerem Gebrauch störend auf die Gesundheit wirken kann. In solchen Fällen thut man auch besser, um einem Mißbrauch mit solchen Mitteln zuvorzukommen, deren Gebrauch überhaupt zu verbieten.

II. Physikalische Conservirungsmittel.

1. Filtration. Rein mechanische Reinigungsmittel, wie z. B. Filtration durch Thonfilter (Chamberland'sche und Berkefeld'sche Filter), vermittelst welcher man Flüssigkeiten keimfrei machen kann, sind auf die Milch nicht anwendbar, weil solche Filter das Fett und das suspendirte Caseïn zurückhalten; was filtrirt wird, ist bloß klare Molke.

2. Elektricität. Es ist möglich, daß in Zukunft eine der vielen Anwendungsarten der Elektricität es möglich machen wird, Bakterien in einer Flüssigkeit abzutödten, ohne letztere selbst im Geringsten zu verändern. Indessen liegen bis jetzt noch keine Thatsachen vor, welche eine baldige Lösung dieses Problems als wahrscheinlich erscheinen ließen.

3. Kälte. Wie wir wissen, ist eine niedrige Temperatur einer raschen Vermehrung der Bakterien nicht günstig, daher wirkt eine schnelle Abkühlung der Milch nach dem Melken conservirend. Die Hoffnung dagegen, durch Gefrierenlassen der Milch dieselbe auf weite Entfernungen transportfähig oder ja selbst keimfrei zu machen, hat sich nicht erfüllt. Einmal leidet diese Methode an dem Uebelstande, daß während des Gefrierens eine Aufrahmung stattfindet, sodaß Rahm und

Magermilch gesondert erstarren und daß nach dem Aufthauen der Rahm sich nicht mehr genügend mit der Milch vermischt. Ueberdieß werden etwaige Krankheitskeime nicht getödtet, da wir ja wissen, daß manche pathogene Arten Kältegrade von — 110° C. ertragen, so daß eine solche Milch den Anforderungen der Hygienisten nicht entsprechen würde.

4. Conservirung durch Hitze. Ein von jeher gebrauchtes Mittel, um die Milch haltbarer zu machen, ist das Erhitzen derselben.

Jede Hausfrau weiß, daß eine aufgekochte und wieder abgekühlte Milch sich länger hält als rohe. Diese Erfahrungsthatsache läßt sich nach dem Vorhergehenden leicht erklären. Durch das Aufkochen werden nämlich die meisten Bakterien abgetödtet und erst wenn die am Leben gebliebenen sich wieder vermehrt haben, verdirbt die Milch. Dieser Methode haften jedoch zwei Uebelstände an; einmal wird der Geschmack der Milch etwas verändert, besonders wenn sie auf offenem Feuer gekocht worden ist, auch verdunstet ein Theil derselben, so daß ihre Zusammensetzung eine andere wird, dann aber gestattet sie das Aufbewahren der Milch nur für eine beschränkte Zeit. Um das Anbrennen der Milch zu verhindern, kann man freilich im Wasserbade erwärmen, und besonders zum Zwecke der Herstellung einer annähernd keimfreien Kindermilch hat man verschiedene Apparate erfunden, von denen die von Dr. Egli-Sinclair und Soxhlet die bekanntesten sind. Es sind dieses blecherne Wasserbäder, die auf das Feuer gestellt werden und in welchen eine Anzahl kleinere Flaschen ca. 1/4 Stunde im siedenden Wasser erwärmt werden, von denen jede eine Portion für eine Kindermahlzeit enthält. Die einzelnen, gut verschlossenen Flaschen werden nachher abgekühlt und unmittelbar vor der Mahlzeit eröffnet, so daß in der Zwischenzeit keine Bakterien von außen her hinein gerathen können, was der Fall ist, wenn man den Vorrath in einem einzigen Gefäß aufkocht, welches dann mehrmals im Laufe des Tages geöffnet werden muß. Obwohl die

Milch in diesen Fällen nicht absolut steril, d. h. keimfrei gemacht wird, werden diese Apparate gewöhnlich als Milchsterilisatoren bezeichnet. Hauptsache bei dieser letzteren Methode der Haltbarmachung der Milch ist es, daß wenigstens alle pathogenen Bakterien mit Sicherheit abgetödtet werden.

Man hat nun das Princip der Erwärmung der Milch nach zwei Seiten zu vervollkommnen gesucht, je nachdem der Zweck absolut sichere Keimfreiheit, oder Erhaltung des Reingeschmacks ist, welch letzteres Erforderniß besonders da in den Vordergrund tritt, wo die Milch aufgerahmt oder verbuttert werden soll. Die zwei Methoden die sich gebildet haben, nennt man eigentliche Sterilisirung und Pasteurisiren der Milch.

a) Sterilisirung. Unter Sterilisirung versteht man, wie wir schon wissen, eine Operation, welche volle Keimfreiheit z. B. einer Flüssigkeit gewährt. Milch absolut bakterienfrei zu machen, ist nun keine leichte Sache, wegen der sehr widerstandsfähigen Bakterien, die sie stets enthält, und daher muß man eine Temperatur von 110° C.—115° C. ca. eine Viertelstunde lang einwirken lassen, wenn man ganz sicher sein will. Dieses geschieht entweder in großen Dampfkochtöpfen mit directer Feuerung, oder in Apparaten, in welche der gespannte Dampf einer Dampfmaschine geleitet wird. Solche Apparate müssen natürlich so gebaut sein, daß sie dem Drucke widerstehen können. Der Nachtheil dieser Methode besteht darin, daß so hohe Temperaturen die Milch noch mehr verändern als das bloße Kochen. Die Milch wird bräunlich und schmeckt etwas verbrannt, indem der Milchzucker durch den Einfluß dieser hohen Wärme gebräunt wird. Erwachsene, welche an rein schmeckende Milch gewöhnt sind, werden daher selten an einer so veränderten Milch Gefallen finden. Man hat sie bisher auch meist bloß für Kinder gebraucht, bei welchen es besonders auf die sichere Sterilität der Milch ankommt. Zur Vermeidung einer allzugroßen Veränderung der Milch beim Sterilisiren hat man nun das Verfahren in ver-

schiedener Weise gestaltet und verbessert. Einmal hat man angefangen, der Reinlichkeit bei dem Melken größere Beachtung zu schenken. Eine saubere Milch läßt sich nämlich viel leichter sterilisiren, selbst bei weniger hoher Temperatur, als eine Milch, welche gleich bei dem Melken Unmassen von Bakterien enthält. Dann hat man die Erfahrung gemacht, daß bei dem Verschließen der Flaschen leicht eine Infection eintritt; man hat daher jetzt Apparate, in denen die Flaschen noch unter Druck verschlossen werden, bevor der Deckel gelüftet wird. Einen solchen Apparat braucht z. B. die in Stalden, Canton Bern, neugegründete Gesellschaft zur Herstellung sterilisirter Milch. (Verfahren Neuhauß-Groenwald-Oehlmann).

Dank diesen und anderen technischen Verbesserungen scheint es zu gelingen, bei Anwendung von Temperaturen von 102° C.—105° C., die man dann längere Zeit einwirken läßt, meist ganz sterile Milch zu erhalten. Wenigstens sind die Sporen, die bei dieser Temperatur manchmal nicht abgetödtet werden, so abgeschwächt, daß sie selten auskeimen, besonders wenn man die Flaschen an einem kühlen Orte aufbewahrt. So konnte denn bereits solche sterilisirte Milch monatelange Reisen vertragen ohne zu verderben. Wie gesagt, spielt die Reinlichkeit beim Melken hier eine Hauptrolle. Wir brauchen kaum hervorzuheben, wie wichtig in jeder Beziehung die Lösung dieses Problems: Herstellung einer in jeder Beziehung tadellosen Dauermilch, ist. In vielen Ländern giebt es kein Milchvieh, so daß die Milch, dieses so wichtige Nahrungsmittel, dort nicht erhältlich ist; in großen Städten ferner ist die Milchversorgung eine schwierige Aufgabe, was die häufigen Verfälschungen der Milch nach sich zieht; diesen Uebeln wird nun abgeholfen, sobald man eine Milch hat, die weite Reisen verträgt. Gleichzeitig bietet dieser neue Industriezweig den Milch producirenden Ländern eine sichere Einnahmequelle und eröffnet ihnen neue Absatzgebiete für ihre Milch. Hoffentlich wird es gelingen, die den jetzigen

Methoden noch anhaftenden Fehler zu beseitigen, die, wie wir gesehen haben, darin liegen, daß entweder der Geschmack der Milch leidet, wenn man absolut sichere Sterilisirung als Hauptzweck verfolgt, oder aber die Sterilisirung unsicherer wird, wenn man mehr schonend verfahren will.

b) Pasteurisiren der Milch. In den Fällen, in welchen man bloß für kürzere Zeit die Milch haltbar zu machen wünscht und dabei besonders Werth darauf gelegt wird, daß sie dem Ansehen und dem Geschmacke nach gar nicht verändert werde, bedient man sich am besten der sog. Pasteurisation. Wir haben im ersten Theile dieses Büchleins gesehen, daß schon bei einer Temperatur von 60—70° C. die meisten ausgewachsenen Bakterien abgetödtet werden, und daß nur die Sporen am Leben bleiben. Pasteur hat nun behufs Verhütung von Wein- und Bierkrankheiten ein Verfahren eingeführt, welches darauf beruht, daß diese Flüssigkeiten auf ca. 60° C. erwärmt werden. Nach ihm wurde das Verfahren Pasteurisation genannt. Bei Wein und Bier liegen aber die Verhältnisse insofern günstiger, als dieselben nicht so gute Nährböden für Bakterien sind wie die Milch; die der Pasteurisation widerstehenden Keime vermehren sich daher in ersteren nicht so leicht als in letzterer, und daher kann auch das Pasteurisiren der Milch nicht so nachhaltig wirken wie dasjenige des Weines oder des Bieres. Dennoch zeigten die ersten Versuche, daß dadurch die Haltbarkeit der Milch bedeutend erhöht werden kann. Es würde uns zu weit führen, die zahlreichen Apparate zu beschreiben, welche erfunden worden sind, um das Princip der Pasteurisation auf die Milch anzuwenden. Wir können in dieser Beziehung auf das ausgezeichnete Büchlein von Dr. H. Weigmann „Die Methoden der Milchconservirung, speciell das Pasteurisiren und Sterilisiren der Milch" verweisen, welches diese Fragen ausführlich behandelt. Im allgemeinen kann man die Pasteurisirapparate in zwei Gattungen eintheilen, solche, in welcher die Milch nur kurze Zeit auf eine Temperatur von 70°—75° C. gebracht wird,

und solche, bei denen die Milch längere Zeit etwas unter 70° C. erwärmt wird. Als Beispiel der Apparate der ersten Gattung kann man den Thiel'schen anführen, welchem sich eine ganze Reihe mehr oder weniger ähnlicher Apparate anreihen. Bei dem Thiel'schen Apparate rinnt die Milch langsam, in dünner Schicht über eine wellig gebogene Heizfläche herab und gelangt von da in einen Kühler, nachdem die Temperatur ca. 70°—75C. erreicht hat.

Ueber die Haltbarkeit derartig pasteurisirter Milch führte Fleischmann Versuche aus, welche als Resultat ergaben, daß erhitzte Milch durchschnittlich um 30 Stunden haltbarer wurde, wenn sie nachher bei 12°—14° C. gehalten wurde. Van Geuns sah solche Milch bei 10°—12° C. 1—3 Tage später säuern als gewöhnliche Milch. Was die Lebensfähigkeit der pathogenen Keime in solcher Milch anlangt, so ergaben Versuche von Lazarus, daß im Thiel'schen Apparate Cholerabacillen bei 62°—70° C. getödtet wurden, nicht aber die Typhusbacillen. Nur bei Erhöhung der Temperatur bis auf ca. 75° C. wurden sie meistens vernichtet. In diesen Apparaten ist eben die Zeit während welcher die Milch beim Herunterfließen über die gewärmte Fläche sich erhitzt, zu kurz bemessen. Man hat daher in neuerer Zeit die Thiel'schen Apparate durch andere ersetzt, in welchen die Milch für längere Zeit auf die gewünschte Temperatur gebracht wird, und zwar geht man jetzt nicht über 68°—69° C. hinaus, weil, wie Duclaux hervorgehoben hat, gerade bei 70° C. Aenderungen im Geschmacke der Milch eintreten, die eben vermieden werden sollen. Diese Apparate, in welchen die Milch gewöhnlich durch Dampf erhitzt wird, sind auch mit einem Rührwerk versehen, um ein Anbrennen der Milch während der Anwärmung zu verhindern. Ueber diese verbesserte Methode der Pasteurisation liegen sehr sorgsame Versuche von Bitter vor, welche deren Brauchbarkeit beweisen. Zunächst suchte Bitter festzustellen, ob auf diese Weise die Krankheitskeime mit Sicherheit vernichtet werden können. Die Resultate waren folgende:

Tuberkelbacillen. Milch wurde mit bacillenhaltigem Auswurf von tuberculösen Lungenkranken vermischt und verschieden lange auf 68°—69° C. erhitzt. Nachher wurden Meerschweinchen, für die Tuberculose sehr empfindliche Thiere, mit dieser Milch inficirt. Es zeigte sich, daß bereits nach 20 Minuten die Milch nicht mehr virulent war, während die mit der nicht pasteurisirten Milch inficirten Thiere alle an Tuberculose eingingen.

Typhus. Milch wurde mit einer Reincultur von Typhusbacillen derart versetzt, daß im Cubikcentimeter Milch eine Million von Typhuskeimen enthalten waren, ein Verhältniß, welches in der Praxis wohl nie erreicht werden dürfte. Zudem brauchte Bitter zu seinen Versuchen stets 40 Liter Milch auf einmal, damit man ihm nicht vorwerfen könnte, daß er etwa in zu kleinen Verhältnissen operirt habe und daß daher seine Resultate auf die Großindustrie nicht anwendbar seien. Wiederum wurden nach der Pasteurisation die in der Milch enthaltenen Bacillen auf ihre Lebensfähigkeit untersucht, und zwar durch Cultur, indem die Milch in geeignete Nährmedien eingesäet wurde, weil hier wegen Nichtempfänglichkeit der Thiere für Typhus ein Thierversuch nicht möglich war. Die Erwärmung auf 68°—69° C. hatte nun bereits nach 15 Min. sichere Abtödtung zur Folge.

Cholerabacillen und Diphtheriebacillen sind überhaupt weniger resistent als Tuberkel- und Typhusbacillen; es muß daher angenommen werden, daß auch sie einer solchen Procedur nicht werden widerstehen können.

Andere Krankheitskeime. Ueber Scharlach, Masern und andere Krankheiten, deren Erreger noch nicht bekannt sind, konnten natürlicher Weise keine Versuche angestellt werden. Falls jedoch eine Milch die muthmaßlichen Erreger derselben enthalten sollte, wäre wohl zu erwarten, daß die erwähnte Pasteurisation auch sie abtödten würde, da erfahrungsgemäß in diesen Fällen eine Desinfection der Wohnungen z. B. nicht schwerer gelingt als bei anderen Krankheiten.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich demnach, daß allfällige Krankheitskeime durch eine etwa 20—30 Minuten lang dauernde Pasteurisation bei 68°—69° C. vollständig abgetödtet werden. Eine solche Milch genügt demnach in hygienischer Hinsicht allen Anforderungen.

Sehen wir nun zu, wie es sich mit der Abtödtung der sog. Saprophyten, zu denen die gewöhnlichen Milchbakterien gehören, oder mit anderen Worten mit der Haltbarkeit einer also pasteurisirten Milch verhält. Um die Zahl der die Pasteurisation überlebenden Bakterien zu bestimmen, nahm Bitter Zählungen derselben vor und nach dem Pasteurisiren vor. Zunächst fand er, daß in 20 Minuten die Anzahl der Bakterien ebenso vermindert wird, wie z. B. nach 35 Min. In der Praxis wird man sich demnach mit 20 Minuten begnügen können. Wir lassen hier einige Zahlen folgen, die über die Wirkung der Pasteurisation Auskunft geben.

Vor	der	Pasteurisation:	102,600	Bakt.	per	ccm.	Nach	derselben:	2—3
„	„	„	251,600	„	„	„	„	„	30—40
„	„	„	25,000	„	„	„	„	„	3—5
„	„	„	37,500	„	„	„	„	„	2—5
„	„	„	94,000	„	„	„	„	„	2

Jedenfalls giebt diese Pasteurisirungsart in dieser Hinsicht bessere Resultate als die Pasteurisirung im Thiel'schen Apparate. Van Geuns, der mit letzterem arbeitete, fand nämlich noch 5000—9000 Bakterien per ccm. nach der Pasteurisation.

In einer Serie von 19 Versuchen, die ich selbst anstellte, konnte ich die Erfahrungen von Bitter größtentheils bestätigen; da ich dieselben indessen im Sommer und zwar mit Marktmilch ausführte, währernd Bitter das Pasteurisiren unmittelbar nach dem Melken vornahm und ich daher mit einer bakterienreicheren Milch operirte, fand ich durchschnittlich etwas höhere Zahlen. Gewöhnlich blieben bei meinen Versuchen 10—40, zuweilen aber auch einige Hunderte bis zu 1000 Bakterien im Cubikcentimeter. Diese Unterschiede in

den Resultaten der einzelnen Versuche sind leicht zu erklären, denn die Zahl und besonders die Art der in der Milch enthaltenen Bakterien wechseln stets. An dem einen Tage mag sie viele und sehr widerstandsfähige Keime enthalten, am andern Tage nicht. Um die Erhöhung der Haltbarkeit zu bestimmen, hielt Bitter Proben der pasteurisirten Milch bei verschiedenen Temperaturen auf, und nahm dabei an, daß die Milch als verdorben zu betrachten sei, sobald sie bei dem Kochen gerann. Es zeigte sich nun, daß die Temperatur hier wieder eine Hauptrolle spielt. Bei Temperaturen über 30° C., die also die Vermehrung der am Leben gebliebenen Bakterien am meisten begünstigen, war die Haltbarkeit bloß um 6—8 Stunden erhöht. Bei 25° C. war sie mindestens um 10 Stunden erhöht, bei 23° C. um 20 Stunden und bei 14°—15° C. um 50—70 Stunden. Dieses beweist zur Genüge die Nothwendigkeit eines raschen Abkühlens nach der Pasteurisation. Einen großen Unterschied macht es ferner, ob die Milch nach dem Pasteurisiren in sterilisirten oder in nicht sterilisirten Gefäßen aufbewahrt wird. Folgende Zahlen geben lehrreiche Beispiele:

Die Milch war bei 20—24° C. verdorben:

In sterilen Gefäßen:	In nicht sterilisirten Gefäßen:
nach	nach
46 St.	24 St.
96 „	48 „
72 „	24 „
130 „	65 „
86 „	48 „
104 „	66 „
46 „	18 „
80 „	48 „

Diese acht Versuche zeigen, daß man bei der Behandlung der Milch nicht reinlich und möchten wir sagen, pedantisch genug vorgehen kann, denn die besten Maßregeln werden unnütz gemacht, sobald man sich die kleinste Nachlässigkeit zu

Schulden kommen läßt. Man vergesse daher nicht, wie wichtig es ist, alle Gefäße und sonstigen Geräthe mit Dampf oder kochendem Wasser auszubrühen. Für die Praxis versprechen die Resultate Bitters sehr erfreuliche Resultate. Bei 20° C. ist rohe Milch, die nicht pasteurisirt wird, bereits nach 20 St. verdorben, bei 27—30° C. schon in 15 St. Pasteurisirte Milch dagegen wird sogar in dem heißesten Sommer noch nach 30 St. ganz gut sein, wenn man z. B. berechnet, daß sie vor dem Transport etwa 10 St. bei Keller-Temperatur verbliebe, dann etwa 10 St. lang auf dem Wege einer Temperatur von 22—23° C. (man kann für weite Transporte die kühlere Tageszeit brauchen) ausgesetzt wäre, 4—5 St. lang auf dem Markte sich befinden und erst nach mehreren Stunden consumirt würde. Bitter zeigte die Richtigkeit dieser Annahme durch folgendes Experiment. Eine pasteurisirte Milch hielt er 10 St. bei 14° C. dann 22 St. bei 23° C. und 7 St. bei 30° C. Sie war dann noch ganz normal und hielt sich noch 7 St. bei 23° C. Auch auf den Rahm dürfte sich mit der Zeit, wenigstens in solchen Molkereien, in welchen man gegen häufige Milchfehler anzukämpfen hat, das Pasteurisationsverfahren erstrecken, sei es bloß für den Transport auf weitere Entfernungen, sei es bei der Butterfabrication, denn pasteurisirter Rahm läßt sich sehr gut verbuttern. Höchstens ist der Ertrag an Butter ein etwas geringerer, ein Uebelstand, den jedoch die Erzielung eines bessern Productes aufwiegen dürfte.

Eine andere wichtige Anwendung der Pasteurisation haben wir früher kennen gelernt, bei Besprechung der Anwendung von Reinculturen für Ansäuerung des Rahmes bei der Butterfabrication nach dem Verfahren von Weigmann.

Endlich könnte man noch hinzufügen, daß pasteurisirte Milch unter dem Einfluß des Labes noch ganz gut gerinnt. Solche Milch kann demnach noch verkäst werden. Auf diese Weise kann man den Einfluß verschiedener Bakterienarten auf die Käsereifung untersuchen, indem man durch Pasteuri-

siren die meisten Bakterien abtödtet und dann Reinculturen der zu studirenden Art der Milch vor dem Verkäsen hinzusetzt.

Die zu befolgenden Regeln bei Auftreten von Milchkrankheiten.

In den vorigen Abschnitten haben wir somit die Ursachen von vielen Milchfehlern kennen gelernt und sind daher nun im Stande, durch geeignete Maßregeln (Reinlichkeit u. s. w.) dem Auftreten einer Milchkrankheit vorzubeugen, was immer leichter ist, als den einmal eingeschlichenen Milchfehler wieder los zu werden. Trotz aller Vorsicht kann sich indessen diese Unannehmlichkeit ereignen, gerade so wie auch wir trotz einer richtigen Ernährung und einer gesunden Lebensweise doch stets verschiedenen Krankheiten ausgesetzt bleiben. Was sollen wir nun anfangen, wenn in einer Käserei oder in einer Molkerei solche Fehler auftreten? Vor allem muß gesucht werden, wo der Fehler liegt, dann müssen die Verhältnisse, die ihn begünstigen, beseitigt werden. Wo mit großen Quantitäten Mischmilch gearbeitet wird, muß durch Stallunterſuchungen festgestellt werden, woher die fehlerhafte Milch kommt. Da zuweilen, wir wir gesehen haben, bei Euterkrankheiten die Milch schädliche Organismen enthält, welche das Blähen der Käse verursachen können, müssen auch die einzelnen Kühe thierärztlich genau untersucht werden.

Je nach der Art der Fehler wird die Milchuntersuchung sich leichter oder schwieriger gestalten; in letzterem Falle, wenn es sich um Isolirung und Reinzüchtung von Bakterien oder um genaue chemische Untersuchungen handelt, kann dieselbe nur auf einem gut eingerichteten bakteriologischen resp. chemischen Laboratorium ausgeführt werden, dem Proben der verdächtigen Milch zuzusenden sind, und zwar in sterilisirten oder wenigstens mit kochendem Wasser mehrmals ausgewaschenen Flaschen und, wenn die Entfernung eine größere ist, wo möglich in Eisverpackung, damit der Vermehrung der

Bakterien eine Schranke gezogen werde. In anderen Fällen dagegen kann die Untersuchung auf der Molkerei selber leicht ausgeführt werden. Treten z. B. Blähungen in den Käsen auf, so ist festzustellen, welche Milch die uns jetzt zum Theil bekannten Blähungserreger enthält. Ein bekanntes, sehr einfaches Verfahren ist die sog. Gährprobe von Walter, Cantonschemiker in Solothurn. Die Milch wird dabei in Gläsern im Wasserbade einer gleichmäßigen Temperatur von am besten 37° C. ausgesetzt und soll dabei 10—12 St. verbleiben können ohne zu gerinnen oder sonstige auffallende Gährungen durchzumachen.*) Man sieht, daß diese Gährprobe ganz auf bakteriologischer Grundlage beruht; man geht nämlich von dem Gedanken aus, daß die betr. Milch, wenn sie übermäßig viele oder viel Gas bildende Bakterien enthält, die letzteren bei der günstigen Temperatur ihre verderblichen Wirkungen entfalten werden. Oefters sieht man denn auch die geronnene Milch starke Blähungserscheinungen zeigen, woraus geschlossen wird, daß dieselbe z. B. zur Käsefabrication sich nicht eignet. Will man jedoch gute Resultate bei Anwendung dieses Verfahrens erhalten, so muß dafür gesorgt werden, daß die betr. Gläser vorher keimfrei gemacht werden. Den Einfluß der Keimfreiheit der Milchbehälter haben wir bei Anlaß der Pasteurisation der Milch kennen gelernt und gesehen, daß pasteurisirte Milch in sterilen Gefäßen aufbewahrt fast zweimal so lange sich hält, als in nicht sterilisirten Kannen. Bringt man daher bei der Gährprobe eine vielleicht ganz gute Milch in nicht keimfrei gemachte Gläser, so können, wenn dem Glase viele und schädliche Bakterien anhaften, die letzteren Gährungserscheinungen in der Milch hervorbringen, die sonst unterblieben wären. Am besten sterilisirt man die

*) Es sind sehr brauchbare Apparate für die Gährprobe construirt worden, bestehend aus einem Wasserbade und Weingeistlampe nebst den dazu gehörigen Gläsern mit Deckeln. Dieselben sind bei H. Dinkelmann, Eisenhandlung in Burgdorf, erhältlich.

Gläser $^1/_2$ St. lang in einem Apparate mit strömendem Dampfe da, wo mit Dampf gearbeitet wird und die Anbringung eines solchen Sterilisirungsapparates leicht möglich ist. Zu diesem Zwecke genügt z. B. ein metallener Kasten (Kupfer oder Eisenblech), der zur Aufnahme der Gläser bestimmt ist und durch ein Rohr mit der Dampfmaschine in Verbindung gesetzt werden kann, so daß der Dampf von unten einströmt und nach oben durch eine Oeffnung ausströmt. Wo ein solcher Sterilisirungskasten sich nicht anbringen läßt, kann man die gut gereinigten Gläser mit concentrirter Schwefelsäure ausspülen und dann nochmals mit heißem Wasser, welches $^1/_4$ St. lang ausgekocht worden ist, auswaschen. Auch die Deckel sind zu sterilisiren, am leichtesten, indem man sie unmittelbar vor dem Auflegen einige Augenblicke über der Flamme einer Weingeistlampe hält. In einem Sterilisirungskasten kann man einen ganzen Vorrath von Gläsern im Voraus keimfrei machen, natürlich aber muß, bis dieselben gebraucht werden, der Kasten verschlossen bleiben, auch soll die Oeffnung, die dem Entweichen des Dampfes dient, zugedeckt werden. Werden die Gläser mittelst Schwefelsäure sterilisirt, so hat dieses unmittelbar vor dem Einfüllen zu geschehen. Die Gläser werden möglichst gleichmäßig gefüllt und in das auf 37° C. regulirte Wasserbad gestellt und nach 10—12 St. untersucht. Hat man etwa mehrere Proben gleichzeitig zu prüfen, so muß man sich wohl hüten, etwa mit dem gleichen Topfe oder Gefäß die Proben zu schöpfen und in die Gläser einzugießen, dadurch würden ja die Bakterien der einen Probe in die anderen hineingebracht. Bei Einsendung von Milchproben an ein Laboratorium ist die Sterilisirung der Flaschen in gleicher Weise vorzunehmen wie für die Gährprobe angegeben ist.

Indessen kann es vorkommen, daß die Milch bei der Untersuchung als tadellos sich zeigt, und daß trotzdem die aus derselben hergestellten Käse blähen. In solchen Fällen können das verwendete Lab oder das in der Käserei zur

Reinigung der Geräthe gebrauchte Wasser an der Erscheinung Schuld sein, da Lab und Wasser ebensogut wie Milch von schädlichen Bakterien inficirt werden können. So führt z. B. Adametz einen Fall an, in welchem in einer Käserei bloß diejenigen Käse blähten, welche mit einem bestimmten Laberactre bereitet worden waren, während dieselbe Milch, mit anderem Lab gedickt und ganz in der gleichen Weise verarbeitet, vollkommen normale Käse lieferte. Man wird daher auch Lab und Wasser auf die in ihnen enthaltenen Bakterien untersuchen müssen, was ebenfalls sehr zweckmäßig mittelst der Gährprobe geschehen wird. Am besten wird man sterilisirter oder aufgekochter Magermilch etwas von dem betr. Lab oder Wasser zusetzen und im Gährapparate halten. Um den Grad der Verunreinigung genauer zu bestimmen, kann man einige Gläser mit bloß einem Tropfen, andere mit mehreren Tropfen bis einigen Cubikcentimetern inficiren. Treten auch in den mit einem oder wenigen Tropfen inficirten Gläsern deutliche Gährerscheinungen auf, so muß das betr. Lab oder Wasser als verdächtig angesehen werden. Ist das Lab fehlerhaft, so ist es dann durch ein anderes zu ersetzen; ist das Wasser verdächtig, so muß nach den Ursachen der Verunreinigung gesucht werden.

Dickt eine Milch nur schlecht beim Laben, was allerdings nicht sowohl der Wirkung der Bakterien zuzuschreiben ist, als der chemischen Zusammensetzung der Milch, so kann auch auf der Käserei die Milch der einzelnen Lieferanten der sog. Caseïnprobe (von Dr. Schaffer, Cantonschemiker in Bern, eingeführt) unterworfen werden. Zu diesem Zwecke wird die Milch in einem Wasserbade*) auf 35° C. erwärmt und mit einer bestimmten Quantität Lab versetzt. Man sieht dann, ob die Milch in normaler Zeit gerinnt. Für 100 ccm Milch braucht man 2 ccm einer Lablösung, bestehend aus

*) Der betr. Apparat ist bei G. Joho, Bern, 20 Zeughausgasse, zu kaufen.

500 ccm Wasser in welchem man eine Hansen'sche Labtablette (kleinste Nummer) aufgelöst hat. Die Milch soll, wenn sie normal ist, in 10—20 Minuten dick, d. h. normal geronnen sein. Erweist sich eine Milch bei dieser Caseïnprobe als schlecht, so soll sie von der Käsefabrication ausgeschlossen werden.

Handelt es sich um fadenziehende Milch, so muß festgestellt werden, bei welchem Lieferanten die Milch diese Eigenschaft zeigt, indem man Proben derselben aufstellt und nach 12—24 Stunden untersucht. Die Infectionserreger befinden sich meist im Stalle selber und gelangen in die Milch während des Melkens. Sehr leicht gelingt daher der Nachweis dieses Milchfehlers, wenn man die Milch in nicht zugedeckten Gläsern im Stalle selber aufstellt. Deckt man im Gegentheil die Gläser zu, nachdem man nach Reinigung des Euters rasch in dieselben gemolken hat, so wird die Milch nur schwach oder gar nicht fadenziehend, weil sie dann nicht genügend inficirt wird. Nur in solchen Fällen, wo eine Euterkrankheit, verursacht durch eine der Bakterien der fadenziehenden Milch (z. B. Bacillus Guillebeau c), vorliegt, ist die Milch bereits bei dem Melken fadenziehend; in diesem Falle nämlich braucht man keine Proben aufzustellen, da gleich festgestellt werden kann wo die Ursache liegt. Hat man festgestellt, daß eine bestimmte Stallung an der Erscheinung schuld ist und die Infectionserreger in sich birgt, so muß sie desinficirt, d. h. von den Bakterien, die sich in dieselbe eingeschlichen haben, befreit und dadurch dem Andauern der Milchkrankheit ein Ende gemacht werden. Desinficirende Substanzen gibt es in großer Anzahl, jedoch müssen wir für unsere Zwecke von allen denjenigen absehen, die nicht leicht zu handhaben oder wegen ihrer Giftigkeit gefahrbringend sind. Am zweckmäßigsten dürften sich empfehlen: Kalkmilch und auch die vielfach gebrauchten Schwefeldämpfe. Einer jeden Desinfection soll aber sorgfältige Reinigung der Stallung vorausgehen. Nachdem man die Thiere herausge-

nommen, soll aller Schmutz entfernt, Wände, Decke und Boden abgekratzt und mit Bürste und Wasser energisch behandelt werden. Dann erst soll zur eigentlichen Desinfection geschritten werden. Wird Schwefel verbrannt, so müssen natürlich alle Öffnungen, durch welche die Dämpfe entweichen könnten, sorgfältig verklebt werden, ebenso Spalten in den Wänden. Die zu verbrennende Quantität Schwefel muß nicht zu niedrig bemessen werden. Nach Laboratoriumsversuchen von Thoinot u. A. sind zwar zur Abtödtung von Bakterienculturen meist Dosen von 50 — 60 gr per Cubikmeter erforderlich, nach meiner Erfahrung indessen hat in der Praxis, wenn schon durch die mechanische Reinigung die größere Zahl der Infectionserreger beseitigt worden ist, eine Dosis von 10 gr per Cubikmeter gute Dienste geleistet.

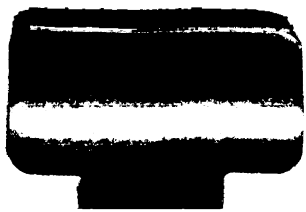
Am besten wird der Schwefel in einer eisernen Pfanne verbrannt; sog. Stangenschwefel wird zerkleinert und mit etwas Holz und Papier in der Pfanne angezündet. Sobald dieses geschehen, ist auch die Thüre zu verschließen und zu verkleben und muß dann mindestens 12 — 24 Stunden zugewartet werden. Während dieser Zeit hat man die Thiere, an denen jedenfalls auch viele Infectionserreger anhaften, sorgfältig zu reinigen, besonders die Füße, und zwar mit Bürste und Sodawasser. Auch die Kleider des Melkers sollte man gut reinigen, ebenso die Milchgefäße mit siedendem Wasser mehrmals ausspülen. Nach vollendeter Desinfection wird der Stall gut gelüftet und kann nun wieder benutzt werden.

Nach Versuchen von De Giaxa und Cronberg lassen sich bakterienhaltige Wände und Böden sehr gut keimfrei machen, wenn man sie mit einer concentrirten Kalkmilch übertüncht. Nur ganz besonders widerstandsfähige Bakterienarten überleben diese Procedur. Das Verfahren ist sehr einfach. Man löscht etwas Kalk mit wenig Wasser. und vermischt denselben zu gleichen Theilen mit Wasser (50% Kalkmilch). Damit bestreicht man Wände, Decke und Boden, natürlich

auch nur nach vorausgeganger Reinigung. Obwohl ich noch nicht Anlaß hatte, dieses Verfahren praktisch zu erproben, scheint es mir seiner Einfachheit und Sicherheit wegen das empfehlenswertheste zu sein.

In Käsereien und Molkereien mit Dampfbetrieb kann zum Desinficiren der Gefäße und Geräthe statt kochendem Wasser auch Dampf, und zwar möglichst heiß, mit Erfolg gebraucht werden.

Die angegebenen Verfahren dürften wohl in den meisten Fällen ausreichen und wir glauben daher uns auf diese allgemeinen Vorschriften beschränken zu können. Sollten in einem Specialfalle Aenderungen im Verfahren erforderlich erscheinen, so wird sich dieses wohl von selbst ergeben.

Möge nun vorliegendes Büchlein dazu beitragen, eine richtige Erkenntniß des Wesens der häufigsten Milchfehler zu verbreiten und den Betheiligten bei der Verhütung und Bekämpfung derselben von einigem Nutzen sein.

Y.B 65703